



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék

# **TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA DOLGOZAT**

**A sürgősségi betegellátó osztályok  
betegellátás-szervezési  
folyamatainak fejlesztése  
digitalizációs megoldások  
alkalmazásával**

**Tóth Ádám**

**Horváth Ádám**

**Konzulens:**

**Dr. Bóna Krisztián**

2023.

# Tartalomjegyzék

Bevezető .....	1
1. A projekt előzménye.....	3
1.1. Előzetes kutatások .....	3
1.2. Az „első lépcsőfok” .....	6
1.2.1. Veszteségek.....	6
1.2.2. A VSM buktatói .....	8
1.2.3. Megfigyelések, következtetések .....	9
2. SBO specifikus indikátorok, jelenségek .....	11
2.1. A jelenségek, az adaptív válaszreakció .....	11
2.1.1. Az orvosok reakciója a zsúfoltságra .....	11
2.1.2. A betegek reakciója a zsúfoltságra.....	11
2.2. Számszerűsített mutatószámok szakirodalmakból .....	12
2.2.1. Leave Without Being Seen, vagyis az LWBS mutató .....	12
2.2.2. NEDOCS szám .....	14
2.3. A tipikus viselkedési formák objektív hatásai.....	14
2.3.1. Viselkedési formák hatása a zsúfoltságra .....	15
2.3.2. A zsúfoltság hatása az érkezési időre.....	17
2.4. Összegzés .....	18
3. Digitális eszközök a döntések támogatására .....	19
3.1. Erőforrás menedzsment.....	19
3.2. A VSM és a Kendall-féle sorbanállási modell .....	20
3.3. Dashboard egy SBO folyamatainak átláthatóvá tételére .....	21
4. A digitális iker (DI) technológia.....	24
4.1. Különböző DI megoldások alkalmazása az SBO-kon .....	25
4.2. A digitális megoldásokban rejlő felhasználási potenciálok .....	26

4.2.1.	A fejlesztések szükségességét alátámasztó jelenségek .....	27
4.2.2.	Ötletek és lehetőségek.....	28
4.2.3.	A dashboard koncepció .....	30
5.	A kiszolgálási folyamatot leíró kifejlesztett adatmodell .....	32
5.1.	Azonosítási technológiák és szabványok .....	35
6.	A háromrétegű szoftverarchitektúra .....	36
7.	A betegellátói folyamat különböző perspektívákból .....	37
8.	Fejlesztési javaslat .....	40
8.1.	A megjelenítendő adatok a betegek részére .....	40
8.1.1.	Közérdekű, általános információk .....	40
8.1.2.	Személyre szabott adatok a bejelentkezést követően.....	41
8.2.	Az orvosok számára kialakított dashboard felület koncepciótervei.....	42
8.2.1.	Idő alapú KPI-ok.....	43
8.2.2.	Esetszám alapú KPI-ok .....	44
9.	Tovább lépési irányok .....	46
	Összefoglalás .....	47
	Irodalomjegyzék .....	48
	Ábrajegyzék.....	51
10.	Melléklet.....	53
10.1.	Az adatmodell .....	53
10.2.	A folyamat különböző perspektívákból .....	54
10.3.	A dashboard felület koncepciója (mintaadatokkal).....	55

## Bevezető

Kutatócsoportunk korábbi kutatásai [1] [3] beigazolták, hogy a Sürgősségi Betegellátó Osztályok (SBO-k) és egyes termelési rendszerek értékteremtő folyamatai között több párhuzam is vonható. Ahhoz képest, hogy a termelési rendszerek menedzselésével, az értékteremtő folyamatok optimalizálásával teljes részlegek foglalkoznak, az SBO-kon az ilyen jellegű fejlesztéseknek még nem alakult ki a módszertani háttere. A minőségbiztosítási osztályok tevékenységén kívül a folyamatfejlesztéssel módszeresen és szakmailag megalapozott módon foglalkozó projekts csapatok még nem jöttek létre. Emiatt fontosnak tartjuk a folyamatfejlesztési módszertanok és a kapcsolódó korszerű technológiai lehetőségek integrációját ezen a területen.

A korábbi kutatásainkra épülő fejlesztési elképzeléseinket előremutató kérdések motiválják. Mi lenne, ha egy SBO-n a sztochasztikusan érkező betegellátási igények kiszolgálásának folyamatát, annak időbeli lefutását tervezni tudnák az ellátó rendszerben tevékenykedő szakemberek? Megvalósítható-e egy olyan, virtuális térbe helyezett aktív beteg-orvos kommunikáció, aminek eredményeképpen, a várakozó betegek is tisztában lehetnek a várakozási idő becsült hosszával? Kivitelezhető-e, hogy akár valós időben is követni lehessen, hogy várhatóan mikor-milyen művelet következik, illetve, hogy az esetleges várakozást, vagy torlódást mi okozza? Mindezek ugyan futurisztikus elképzelésnek tűnnek, de eddigi kutatásaink alapján úgy tűnik, hogy nagy potenciál rejlik az SBO-k kiszolgálási folyamatainak fejlesztésében, illetve az abban alkalmazható (más területeken pl. gyártáskiszolgálási folyamatokban már bizonyított) újszerű technológiai megoldások integrációjában. Bár az út a jelenállapottól hosszú, de véleményünk szerint merész célokat kell kitűzni, hogy a kapcsolódó fejlesztések előbb-utóbb a megfelelő hatást tudják kifejteni a betegellátás ezen igen fontos területén, amely sok esetben az elsődleges védvonalat képezi az egészségügyi ellátó rendszerben és így kihatással van az egész betegellátási folyamatra.

Mivel a tapasztalataink alapján több SBO-n igen gyakori az adathiányos működés, és / vagy a digitális formában rendelkezésre álló adatok hiánya, ezért az előbb említett hosszú úton az első lépés az SBO-k folyamatainak számszerűsítése, és egy univerzális adatmodell létrehozása, amely definiálja a szükséges adatokat, illetve a gyűjtésükhöz szükséges technológiai hátteret. Erre építve egy olyan dashboard rendszer modelljét alapozzuk meg, amely a megfelelő adatok birtokában támogatni tudja a virtuális térbe helyezett kommunikációt, továbbá a megfelelő indikátorok definiálása az ellátó rendszerben zajló értékteremtő folyamatok folyamatos

felügyeletét. Ezen az úton tovább haladva, hosszútávon a digitális iker (DI) technológia integrációján keresztül olyan prediktív szimulációs modellek megalkotásán dolgozunk, amelyek a sztochasztikusan érkező igényeket az átfutási időt optimalizálva tudják majd sorba állítani az SBO ellátó rendszerében.

# 1. A projekt előzménye

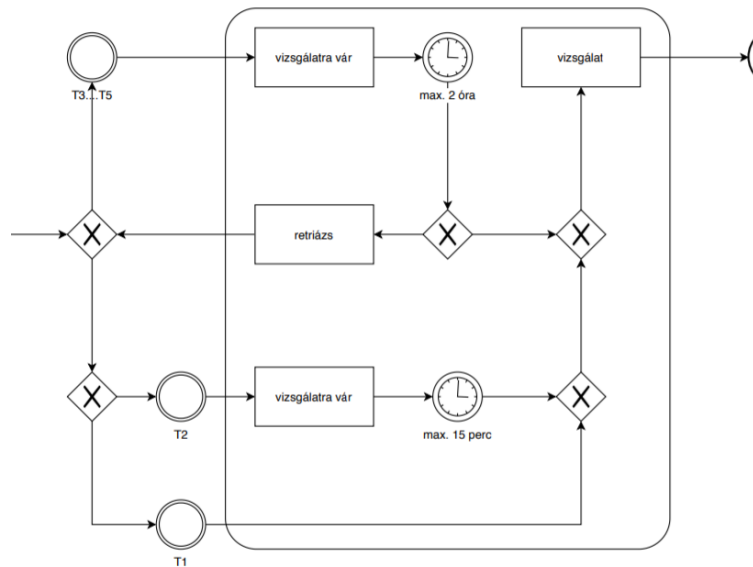
## 1.1. Előzetes kutatások

Az ebben a dokumentumban olvasható dolgozat alapját két, több sikert elért TDK munka adja, amelyek a BME Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszékén készültek. Az első ilyen dolgozat [1] az analógiákat kereste a klasszikus termelési rendszerek és a szolgáltatás-orientált értékteremtő folyamatok, azon belül is az SBO-k folyamatai között. Az egyértelmű hasonlóságok mellett számos igen meglepő jelenségre hívták fel a figyelmet az SBO-kon megvalósuló értékteremtő folyamat kapcsán.

	termelés	eü ellátás / sbo	magyarázat
A	termékek komponensei, áramló anyagok, mozgatósi egységek	áramló anyagok, mozgatósi egységek	A betegellátó rendszerben mozgatott entitások, amelyeknek különböző tulajdonságaik vannak.
A	anyagáramlás	anyagáramlás	Egy az egyben megfeleltethető, pl. az ellátási folyamat során keletkező anyagok továbbítása a betegellátási folyamat egyes fázisai között (pl. vérminta).
A	termékazonosítás	áramló anyagok azonosítása	A betegellátó rendszerben áramló anyagok azonosítása a betegellátás folyamatában.
B	termékek komponensei, áramló anyagok, mozgatósi egységek	beteg	A betegellátó rendszerben mozgatott entitások, amelyeknek különböző tulajdonságaik vannak és egy átalakulási folyamaton mennek keresztül.
B	anyagáramlás	betegáramlás	Egy "új" típusú áramlási tényező, amit kezelni kell, a beteg bizonyos értelemben "anyag", valójában azonban nem kezelhető anyagként.
B	termékazonosítás	beteg azonosítása	A betegellátó rendszerben áramló betegek azonosítása a betegellátás folyamatában.
B	gyártási feladatok azonosítása	betegellátási feladatok azonosítása	Az egyes esetekhez/betegekhez a betegellátás folyamatában definiálható betegellátási feladatok azonosítása.

1. ábra- Az analógiák táblázata (részlet), *forrás: [1]*

Dolgozatukban, a hasonlóságokból fakadóan a különböző klasszikus értékteremtő rendszerekben is alkalmazott folyamatmodellezési módszerek létjogosultságát is vizsgálták az SBO-kon. Amellett, hogy jellemzően minden eset egyedi, vannak olyan standard műveletek a betegellátó folyamaton belül, amelyek az esetek jelentős hányadánál szükségesek, illetve kötelezőek is. Létrehoztak egy olyan folyamatmodellt, amely elősegíti a külsős – az orvoslásban nem jártas – szakemberek számára is annak formalizált megértését, hogy egy eset kapcsán melyek azok a lépések, amelyeket az értékteremtés során végre kell hajtani. Ezt kiegészítendő, egy sorbanállási modell tematikai vázlatát is elkészítették, melynek egy részletét a 2. ábra mutatja. Az ehhez hasonló egységes, és így sokak által értelmezhető leírás segít megvilágítani a folyamatban keletkező elágazásokat, döntési pontokat, amely az SBO-k értékteremtő folyamataiban alkalmazható döntési modellek specifikálása során elengedhetetlen lépés.



2. ábra- SBO tömegszolgálati modell (részlet), forrás: [1]

A további kutatások során ötletként felmerült a lean szemlélet által alkalmazott VSM, vagyis a „value stream mapping” (értékáram elemzés), a diszkrét esemény vezérelt-, és ágens alapú modellezés, valamint a digitális iker technológia alkalmazása is. Ezek mind olyan módszerek és eszközök, melyekkel egyenként is komoly értéket lehet teremteni a folyamat fejlesztése során, azonban a későbbi tapasztalataink és a külföldi próbálkozások is azt mutatták, hogy ezek alkalmazásának előbb az előfeltételeit kell megteremteni, melyek közül a legfontosabb az adat.

Egyértelmű cél, hogy az SBO ellátó rendszeréről egy objektív képet alkossunk, amely akkor érhető el, ha a kinyert adatok reprezentatívak a folyamatot tekintve, vagyis rendelkezésre áll olyan mennyiségű és minőségű adat, amelyből az adott megbízhatósági szinten következtetéseket tudunk levonni az ellátó rendszer működését tekintve. Vagyis az SBO-kon az ellátási folyamat működése során automatikusan rögzített adatok, továbbá az esetlegesen többlet méréssel gyűjtött adatok adhatják az alapját lényegében bármilyen későbbi vizsgálatnak. Ehhez az első lépcsőfok a folyamat **átláthatóvá** tétele, melyhez a fizikai erőforrások (lokációk, eszközök, berendezések stb.), a folyamatban résztvevők (humán erőforrás, beteg), valamint az értékteremtő folyamatok során megvalósítandó feladatok (tevékenységek, műveletek) és ezek szükséges attribútumainak megfelelő mélységű azonosításra van szükség. Ezek az ún. statikus adatok biztosíthatják a rendszerben az átláthatóságot.

Az ilyen módon informatikai szempontból átlátható értékteremtő rendszerben az értékteremtő folyamat **követhetővé** válik, ha a folyamat működésével párhuzamosan

megvalósul az azonosított entitásokkal kapcsolatos folyamatos adatgyűjtés, vagyis a statikus adathalmaz egy dinamikus adathalmazzal egészül ki. Ezzel világossá téve, hogy mi történik az értékteremtő rendszerben. A megfelelő időbélyegekkal ellátott információk segítségével olyan jellemzők válhatnak így kimutathatóvá, amiket mindeddig nem, vagy csak rendkívül körülményesen, sok esetben teljesen manuális úton lehetett vizsgálni (pl. időjellemzők, kapacitáskihasználtság stb.).

Ezen a ponton nyílnak meg a lehetőségek az értékáram elemzésére, és az ennek vizualizációjára alkalmazható VSM használatára. Ez egy rendkívül hasznos technológia, mert egy olyan standard elemző eszköz lehet az egészségügyi szolgáltatásokban (azon belül is az SBO-kon) amellyel világossá tehető a fő áramlási folyamatok és az abban rejlő veszteségforrások. Ennek egyik legfontosabb komponense az átfutási idő elemzése, amelyhez szintén szükséges a megfelelő minőségű adathalmaz, de emellett rámutathat a szűk keresztmetszetekre, és ezzel a fejlesztések szükséges helyére is. A VSM alternatívájaként a szolgáltatás-orientált folyamatokban alkalmazott, de kevésbé vizuális „makigami” technológia említhető meg, azonban adatok nélkül ezt sem lehet alkalmassá tenni a feladatra.

További lehetőséget adhatnak a folyamatok elemzésére és megértésére a DES<sup>1</sup>, illetve ABM<sup>2</sup> eszközök. Az ezekkel a technológiákkal felépített szimulációs modellek, és a megfelelő inputok segítségével olyan szélsőértékeket lehet meghatározni, amelyek méretezési irányelveket adnak a folyamatra nézve. Ilyen irányelv szolgálhat a dolgozók létszámának ütemezésére, esetleges csúszó műszak bevezetésére, a folyamatokban fellelhető szabályok módosítására stb. A szimuláció segíthet képet alkotni továbbá arról is, hogy az épületen belül hol lép fel szűk keresztmetszet, így az SBO-k topológiai optimalizációjának döntéskörében is hasznos lehet.

A következő szint lehet az SBO ellátási folyamatában az **irányíthatóság** megteremtése, melyben számos stratégiai és operatív jellegű döntés meghozatala során kell hatékony támogatást nyújtani. Ezek mindegyike alapvetően befolyásolhatja az értékteremtési folyamat indikátorait, melyek közül a legfontosabbak az időtényezők, ezek közül is elsősorban a különféle átfutási idők (feladatok átfutási idői, tartózkodási idők stb.). Az ide vezető úton már a szimulációs modellek alkalmazása is egy nagyon jelentős előrelépés lehet, de mivel a szimuláció önmagában nem alkalmas optimalizációra, így ezeknek a modelleknek a képességeit tovább kell fejleszteni, további intelligenciákkal kell felruházni (mesterséges intelligencia,

---

<sup>1</sup> DES = Discrete Event Simulation

<sup>2</sup> ABM = Agent-Based Modeling



evolúciós algoritmusok stb.). Ezen az úton egy következő lépés a digitális iker (DI) technológia alkalmazása lehet. Ennek egyik előnye, hogy ahelyett, hogy múltbéli adatokra támaszkodva végzünk becsléseket, valós időben zajló események követésével, és az ebből származó adatok szimulációs modellbe való integrációjával alkotunk képet a jelenről, majd bizonyos beépített intelligenciák segítségével hozunk operatív döntéseket a jövőről (pl. feladatok sorrendje, erőforrások allokációja stb.). Az említett alapelv (joggal) kissé futurisztikusnak tűnhet, megvalósítása valóban igen nagy kihívás, hiszen valós (tényleges) DI alapú rendszerekből manapság még más területeken sem nagyon léteznek teljeskörű megoldások. A DI egyik alapvető eleme egy teljeskörű, valós idejű nyomonkövetés, melynek egyik megoldása lehet az IPS<sup>3</sup> rendszerek alkalmazása az ellátási folyamatban. Ez lehet tehát egy olyan komplex gondolkodásmód, amivel az átfutási idő optimalizálása megvalósítható.

## 1.2. Az „első lépcsőfok”

Az ezt követő [3] TDK dolgozat az SBO-kon fellelhető veszteségek vizsgálatával, a klasszikus lean veszteségek azonosításával, azok potenciális kiküszöbölésével, illetve a VSM bevezetésével kapcsolatos nehézségekkel foglalkozott. Ugyan sok hasonlóságot véltünk felfedezni, ami a veszteségeket illeti, ezek azonban helyszíni vizsgálatok után kerültek a felszínre, és néhol szükséges volt egy olyan szemléletmód, amelyet a legjobban az angol „out of the box thinking” ír le.

### 1.2.1. Veszteségek

A lean szemlélet nagyon jól alkalmazható folyamatok fejlesztésére, ugyanis főként egyszerű beavatkozások segítségével éri el az eredményeket. Olyan megoldásokról beszélünk, amelyek kevés befektetett tőkét, azonban folyamatos apró fejlesztést igényelnek, mégis szemmel látható javulást indukálnak. A teljesség igénye nélkül szeretnénk felsorolni az SBO-kon fellépő veszteségek egy-egy érdekes megfeleltetését a klasszikusan definiált lean veszteségek közül.

A talán legérdekesebb, ugyanakkor leggroteszkebb példa a **készletezésből** fakadó veszteségek vizsgálatából adódott. Ugyan probléma volt a materiális értelemben vett készlet felhalmozódása is a vizsgált budapesti SBO-n, de a betegekre is tekinthetünk úgy, mint felhalmozódott műveletközi készletre. Minél tovább várakozik az ellátási folyamatban egy beteg, annál hosszabb lesz az ellátórendszerben való tartózkodási idő, és terheli a feladat az

---

<sup>3</sup> IPS = Indoor Positioning System



következő technológiai fázisokra. A korlátos kapacitásokat figyelembe véve emiatt műveletközi készletek jöhetnek létre a várakozó betegek, vagy éppen a belőlük levett laborminták formájában. Mivel a különböző vizsgálatok különböző időt és erőforrást igényelnek, a rövidebb ciklusidejű vizsgálatok egyúttal „**túltermelnek**”. Mindezek a jelenségek mellett azon felül, hogy az egyes lépések ciklusidői **kiegyenlítetlenek**, az igények érkezése is erősen sztochasztikus. Ezekkel a jelenségekkel az SBO-k a klasszikus tömegkiszolgálási rendszerek működését mintázzák. [3]

### 1.2.2. A VSM buktatói

Legfőbb probléma talán a VSM bevezetésében az SBO-k esetében az, hogy mivel a VSM-et eredendően nem szolgáltatás-orientált folyamatokra találták ki, így jelenleg még nincs egységes szimbólumrendszer a szolgáltatások leírására. Az eddigi próbálkozások pedig vagy egyszerű folyamatábrával keverték a VSM-et, vagy egyéb problémákba ütköztek. A további nehézségek feltárását [3] dolgozat részletezi. Sokan azt gondolják, hogy nem érdemes a VSM-et szolgáltatás-orientált folyamatokra erőltetni. Mi is azt gondoljuk, hogy valóban, eredeti formájában nem érdemes, viszont kutatásaink során bebizonyosodott, hogy ábrázolástechnikai előnyeiből és az SBO-n azonosítható áramlások összetettségéből adódóan egy alkalmasan módosított formája komoly lehetőségeket hordoz magában.

Míg a klasszikus VSM az anyagáramlást helyezi az előtérbe, mint a materiális értékteremtő folyamatok központjában lévő áramlási tényezőt, úgy egy egészségügyi scenárióban ugyan megjelenik, de mégsem ez lesz a fő áramlási tényező. Egy SBO érdemi outputja a meggyógyított – de legalábbis stabilizált – beteg, így a VSM ábrázolásában a betegáramlás kerül a fókuszba, és a veszteségeket ebben az aspektusban kell vizsgálni. A gyógyszerek, segédanyagok áramlása sem elhanyagolható, így párhuzamosan érdemes a három áramlási tényezőt (anyag-, információ- és betegáram) feltüntetni és vizsgálni. Mindemellett az információáramlás is nagyobb szerepet kap, mivel több szereplő végzi az ellátást, és így hozzáférhetőnek kell lennie a beteg anamnézisének, és az eddigi vizsgálatoknak. [3]

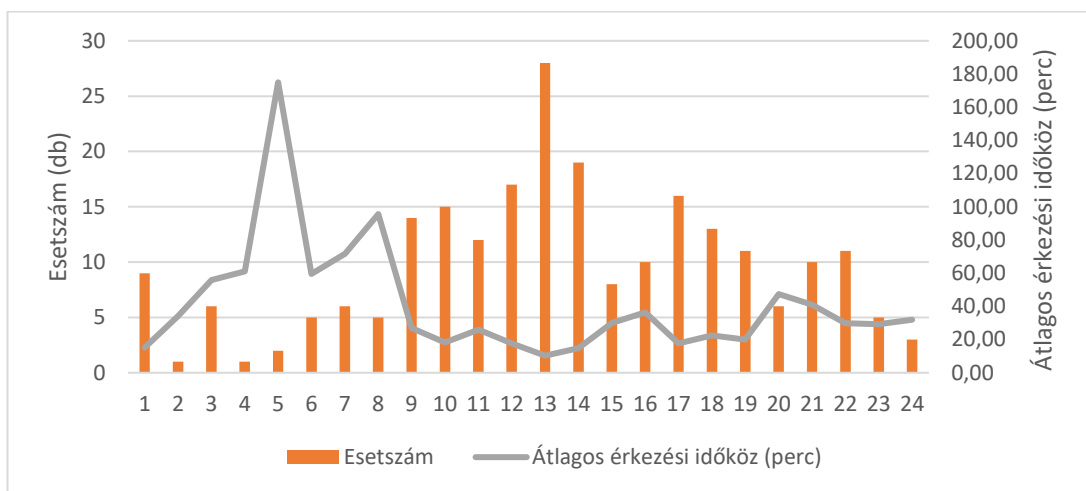
Lehetnek továbbá még olyan értelmezésbeli problémák is, amelyek nehezítik a megfelelő ábrázolásmód megtalálását. Ilyen például az, hogy a betegre, mint a folyamat középpontjára tekintünk-e? Ki lesz a beszállító? Ki lesz a megrendelő? Abban az esetben, ha eszméletlen állapotban szállítják be a beteget az OMSZ<sup>4</sup> a megrendelő vagy a családtagok, rokonok? [3]

---

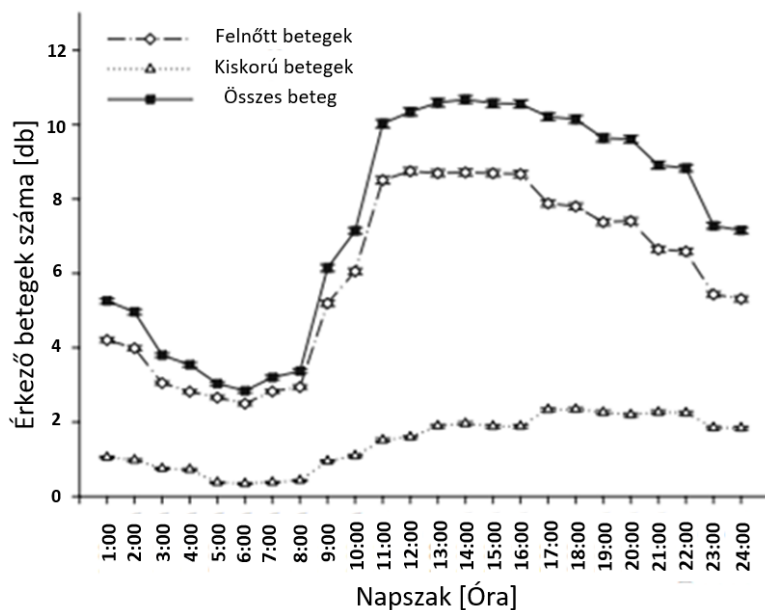
<sup>4</sup> OMSZ = Országos Mentőszolgálat

### 1.2.3. Megfigyelések, következtetések

A terepi megfigyeléseink középpontjában álló budapesti SBO szolgáltatott számunkra néhány napnyi, igen sok munkával összegyűjtött és előfeldolgozott adatot, ami ugyan nem reprezentatív, de így is kirajzolódott bizonyos tipikusnak mondható jelenségek. Ilyen például az, hogy éjszaka kevesebb, míg a délutáni órákban több beteg érkezik az SBO-ra. A délutáni órákban ugyanis a hagyományos munkaidőn túl, illetve a házi orvosok rendelési ideje után ide tudnak fordulni a betegek panaszaiikkal. A **4. ábra** által mutatott megoszlás azért is érdekes, mert több – nagyobb mintából dolgozó – tanulmányban (**5. ábra**) is találtunk hasonló eloszlást követő érkezési statisztikákat.

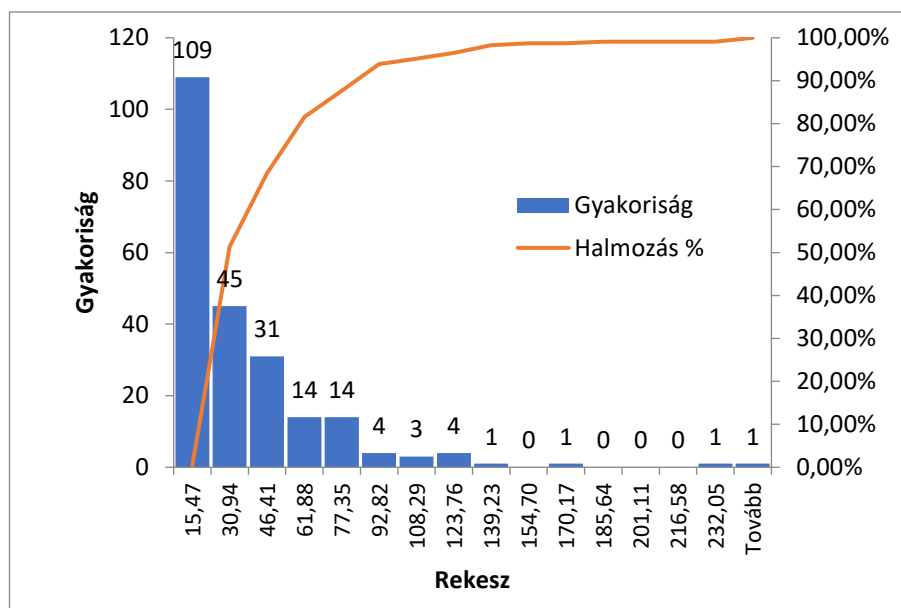


**4. ábra-** Az óránként összesen beérkező esetek száma és az óránkénti átlagos érkezési időköz, *forrás: [3]*



**5. ábra-** Hasonló eloszlású érkezési statisztikák külföldi adatok alapján, *forrás: [7]*

A következő **6. ábra** a két egymást követő beteg (eset) érkezése között eltelt idő eloszlását mutatja. Erős exponencialitás fedezhető fel az ábrát vizsgálva, a legtöbb beteg ugyanis a délutáni órákban érkezik, kevesebb mint 15 perc különbséggel. A tömegkiszolgálási rendszert nézve érthetővé válik ez alapján miért olyan nehéz időben kezelni az érkező betegeket. Egy olyan sorállási folyamatban, ahol exponenciálisan érkeznek az igények, ott nagy eséllyel következhet be torlódás, különösen akkor, ha a kiszolgálási idők is exponencialitást követnek. Csoda-e, hogy szűk keresztmetszetek jönnek létre, amikor vannak időszakok, hogy kevesebb, mint negyed óránként egy újabb, tartalmában és komplexitásában is merően eltérő igényt kell kiszolgálnia az SBO ellátó rendszerének? Az elvégzett statisztikai elemzések alapján az esetekre értelmezhető átlagos átfutási idő közel **4,5 órára** volt tehető, amelyek között ugyan volt olyan eset is, amikor pár perc után elhagyta a beteg az intézményt, de volt 17 órás tartózkodási idő is, amiből tisztán látszik az az igénybevétel, amelyet az igen korlátos kapacitásnak el kell látnia. [3]



**6. ábra-** Az érkezési időközök gyakoriság-eloszlása, *forrás:[3]*

## 2. SBO specifikus indikátorok, jelenségek

Fontosnak tartjuk a tipikusan előforduló veszteségek indentifikálásán felül azt, hogy az orvosi diszciplínán belül unikálisan előforduló jelenségekkel is foglalkozzunk. Ebben a fejezetben igyekszünk rávilágítani arra, hogy milyen jellegű, az átfutási időt növelő tényezőket célszerű vizsgálni az SBO-kon.

### 2.1. A jelenségek, az adaptív válaszreakció

Vannak olyan tapasztalások, amelyek arra engednek következtetni, hogy mind a betegek, mind az orvosok érzékelik a zsúfoltságot, és ilyenkor megváltoztathatják a viselkedésüket. Mindezt annak érdekében teszik, hogy csökkentsék a feltorlódó sorokat és a várakozást, ezzel azonban nem feltétlen javítanak a helyzeten. [6]

#### 2.1.1. Az orvosok reakciója a zsúfoltságra

Érdemes megvizsgálni, hogy a kiszolgálás kulcsfontos elemei, az orvosok sok esetben hogyan reagálnak a zsúfoltságra, mint a tömegkiszolgáló rendszerben tapasztalható toródásokból fakadó tényezőre. A bemutatott jelenséget „**kereslet-vezérelt elbocsátásnak**” nevezi a szakirodalom. [6] Gyakran tapasztalható, hogy az orvosok úgy igyekeznek enyhíteni a kiszolgáló rendszer leterheltségén, hogy (az orvosszakmai korrektség határán mozogva) felgyorsítják a folyamatot, azaz sietve kezdik ellátni a betegeket, így sajnos nem mindenkire juthat megfelelő idő. Fontosnak tartjuk ezért, hogy nem az átfutási idő minimalizálása a cél, hanem annak **optimalizálása**. Egy orvosi beavatkozás, főleg komoly panasz esetén, nem attól lesz kielégítő, hogy minél gyorsabban hazaengedik a beteget, hanem hogy **minél kevesebb veszteségidővel** és minél több értékteremtő idővel lássák el a probléma forrását. Másik jelenség, ha nem áll rendelkezésre elegendő kórházi ágykapacitás, akkor olyan betegeket is elküldhetnek, akiket egyébként befektetnének szabad férőhelyek esetén. Az idézett tanulmányt [6] egy intenzív osztályon készítették, azonban a legtöbb esetben az SBO-k fektetőjének kapacitáskorlátja miatt küldik tovább a súlyos eseteket az intenzív osztályokra, így kihatással lehet a sürgősségi osztályok működésére ez a tényező is.

#### 2.1.2. A betegek reakciója a zsúfoltságra

A másik jelenség, amely befolyásolja a szolgáltatási szintet, az a sorállási modellekből jól ismert „**türelmetlen igények**” fennállása. Sajnálatos módon nem ritka eset, hogy látva a

tömeget, vagy szimplán megunva a várakozást egyes betegek hazamennek mielőtt kivizsgálásra kerülnének. Ez a jelenség ambuláns osztályokon is és az SBO-kon is megfigyelhető, így amellet, hogy végül nem kapja meg a szükséges ellátást a beteg, lekötik az erőforrásokat is. [6] [7] Általában a beteg ugyanis nem jelzi azt, hogy elhagyta az intézményt, csak a vizsgálatra való behívás időpontjában derül ki ez. Ha kiderül, hogy nincs már ott a beteg, akkor már nem tudják másnak kiosztani az adott időpontot, így kihasználatlan marad a „feleslegesen” lefoglalt időszáv, csökkentve az orvos „értékteremtő” idejét.

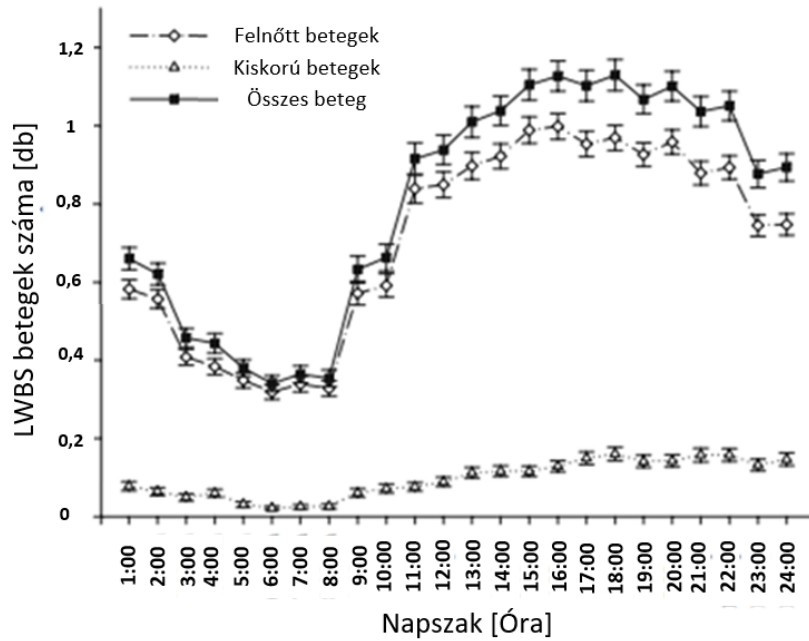
Első ránézésre azt gondolhatnánk, hogy amennyiben vizsgálat előtt önkéntesen hazamennek a betegek, akkor az többlet igénytől szabadítja meg a rendszert, így hatékonyabban tud működni. Azonban a kiszámíthatatlanság, a tervezhetőség hiánya hozzájárulhat további szűk keresztmetszetek kialakulásához is. Továbbá az el nem látott betegek még visszatérhetnek, így a kereslet továbbra is fenn fog állni (lásd tömegkiszolgáló rendszerek elmélete a visszatérő igények problémája esetén), így fokozatosan **nő a várakozási idő** és ezáltal azoknak betegeknek az aránya is, akik elmennek a vizsgálat vége előtt, tovább gerjesztve a nem kívánt állapotot. [13]

## **2.2. Számszerűsített mutatószámok szakirodalmakból**

Annak érdekében, hogy olyan adatokat tudjunk szolgáltatni, amelyek egyszerűen értelmezhetőek, mégis kellő információt hordozzanak magukban, szükséges az egyedi mutatószámok használata. A következő két alfejezetben olyan, a nemzetközi szakirodalomban talált mutatószámokat szeretnénk bemutatni, amelyek specifikusan az SBO működésének vizsgálatára lettek kifejlesztve.

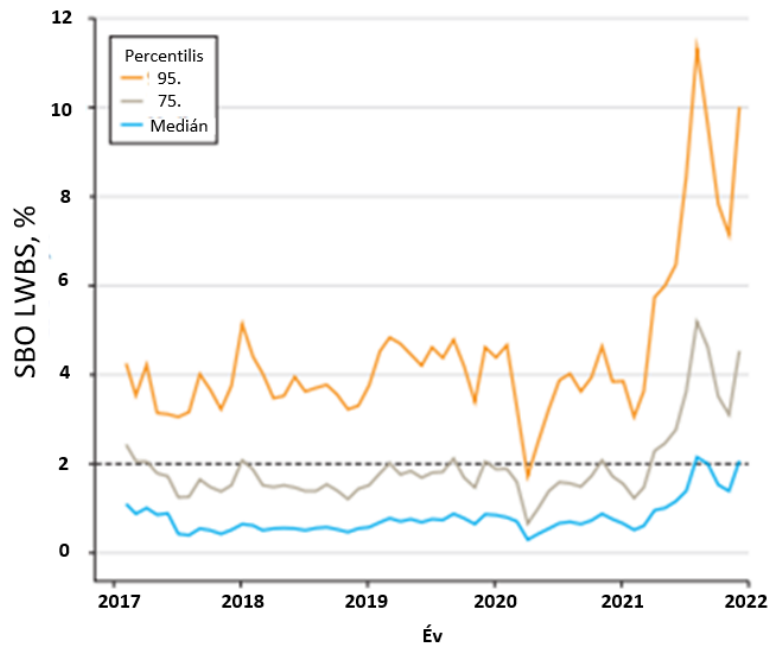
### **2.2.1. *Leave Without Being Seen, vagyis az LWBS mutató***

A betegek előző fejezetben bemutatott reakciójára definiáltak egy külön mutatószámot is, hogy hatékonyan lehessen vizsgálni az említett jelenséget. A „Leave Without Being Seen”, vagyis az LWBS mutatószám széleskörben használt indikátor, amit több forrásban is megtaláltunk, és azokat a betegeket jelenti, akik a betegfelvétel után, de a vizsgálat előtt hazamentek saját felelősségükre, általában anélkül, hogy bárkit tájékoztattak volna. [6][7][14] Az LWBS betegek száma hasonló eloszlást mutatott (**7. ábra**), mint a beérkező betegek száma, így kvázi lineáris kapcsolatban van a betegek számával az idő előtt távozó esetek mértéke.



7. ábra- Az LWBS betegek száma a nap folyamán, *forrás: [7]*

Ezt a kapcsolatot szemlélteti továbbá az is, hogy a 8. ábra hasonlóan növekvő trendet mutat az LWBS betegek számában, mint az a növekvő trend, amelyet az összes SBO-ra érkező betegek száma is mutat.



8. ábra- Az LWBS betegek előfordulási aránya az évek során, *forrás:[14]*

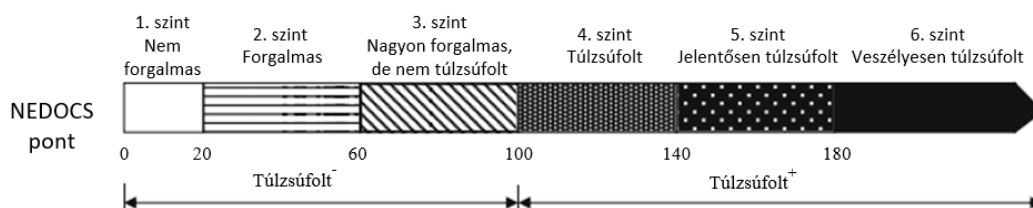


### 2.2.2. NEDOCS szám

Az SBO-k telítettségét nem pusztán szemrevételezéssel lehet megállapítani, létezik az ún. „National Emergency Department OverCrowding Scale”, vagyis a NEDOCS mutatószám, amelyet a kétezres évek közepén vezettek be és az osztály telítettség mértékét jelenti. Kimutatásához figyelembe kell venni a(z):

- $L_{ED}(t)$ : egy adott pillanatban az SBO-n tartózkodó betegek számát;
- $b_{ED}(t)$ : a szabad ágyak számát egy adott időpillanatban;
- $L_{admit}(t)$ : azon betegek számát, akiket felvettek az SBO-ra és várnak a továbbküldésre / diagnózisra;
- $b_h(t)$ : az összes ambuláns ágyat az osztályon;
- $W_{ED}(t)$ : a járóbetegek várakozási idejét a triáztól a vizsgálatig;
- $W_{admit}(t)$ : a leghosszabb betegfelvételi időt az adott időpillanatban;
- $L_{rp}(t)$ : azon betegeknek a harmadát, akiket már hospitalizáltak a sürgősségi ellátás után.

Ezt az értéket két óránként megvizsgálják, és az így kapott értékeket az alábbi skála szerint klasszifikálják. A mért adatok alapján kap egy pontszámot a vizsgált osztály 0-200 között, amit még hat különböző szintre osztanak, ahol az 1-es a legkevésbé, a 6-os pedig a veszélyesen túlszűfolt. Ezzel a módszerrel számszerűsíteni lehet az SBO zsúfoltságát. A **9. ábra** reprezentálja a különböző szinteket, amire a NEDOCS számot osztották. [7]



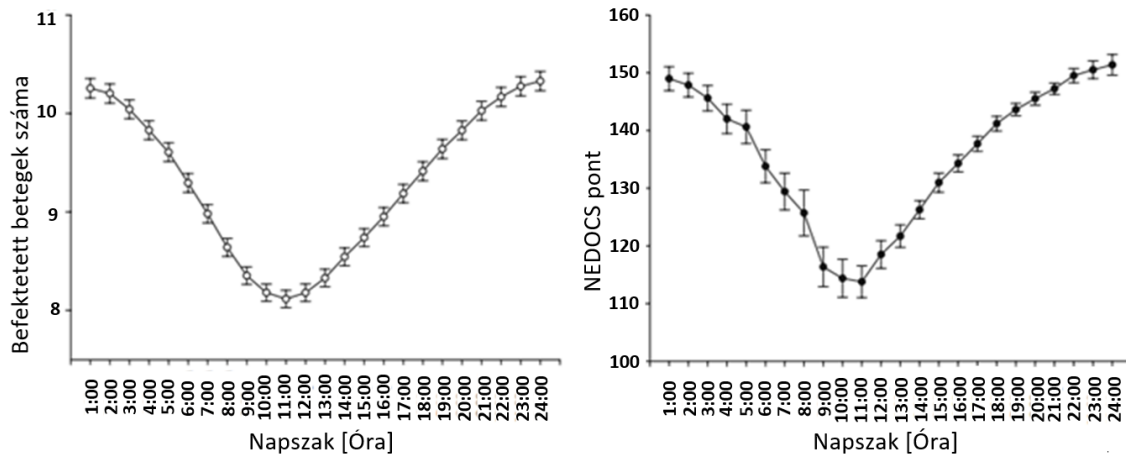
**9. ábra-** A telítettség mértéke a NEDOCS szám alapján, *forrás: [7]*

### 2.3. A tipikus viselkedési formák objektív hatásai

Nemcsak magukban értelmezhetőek a fentebb bemutatott indikátorok, hanem szorosan össze is függenek egymással, a továbbiakban erre szeretnénk példákat hozni.

### 2.3.1. Viselkedési formák hatása a zsúfoltságra

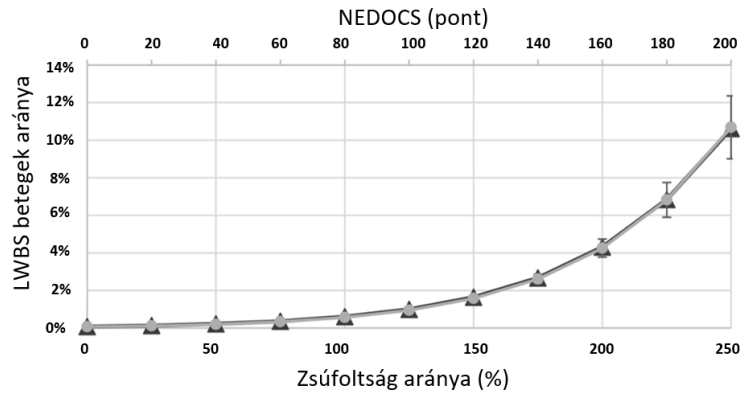
Ahogy az alábbi **10. ábra** is szemlélteti, direkt kapcsolat volt megfigyelhető az osztályra felvett betegek és a NEDOCS-szám között, így a korlátos kapacitás minél megfelelőbb kihasználása kulcsfontosságú. Kimutatták, hogy akár két plusz ágygal is le lehetne csökkenteni a 3-6 NEDOCS (tehát a kritikusan telített) kategóriába sorolt napokat 88,4%-ról 81,8%-ra. [7]



**10. ábra-** A befektetett betegek száma és a zsúfoltsági tényező kapcsolata, *forrás: [7]*

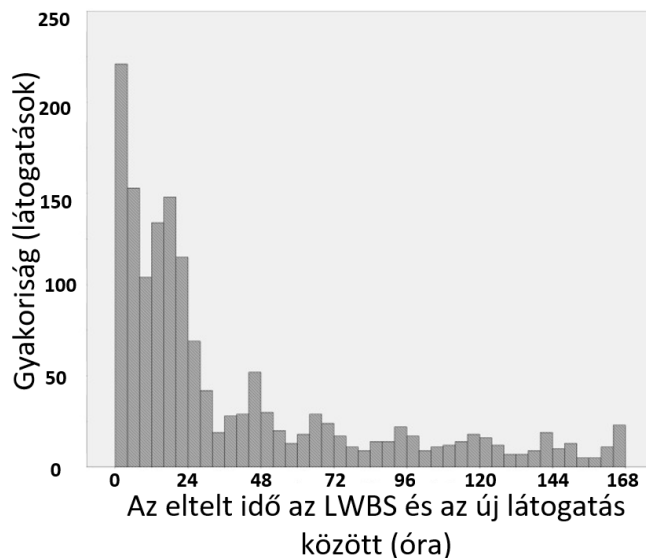
A minimumpont egybeesik a legnagyobb várható terhelés idejével, ezt magyarázhatják a fentebb említett kereslet vezérelt elbocsátások is, amit érdekes lenne tovább vizsgálni, azonban nem tértek ki rá ebben a cikkben. [7]

Ahogy azt a **11. ábra** is mutatja, az SBO-n keletkezett tömeg nagyban befolyásolja azok számát, akik hazamennek vizsgálat előtt. Azonban ebben az arányban – ellentétben a kezdeti feltételezéseinkkel – nem kizárólagosan olyan betegek találhatóak, akik triviális panasszal érkeztek. A „türelmetlen” betegek jelentős része (13-18%-a) a tapasztalatok alapján azonnali ellátást igényelt, ezért 1 héten belül vissza is tért az egészségügyi intézményekbe. [11] Ilyenkor általában súlyosbodhat is az állapotuk az eltelt idő függvényében, ezzel veszélyeztetve az egészségüket.



**11. ábra-** Az LWBS aránya a zsúfoltság, és a NEDOCS pont függvényében, *forrás: [10]*

Hasonló eredmény jött ki egy másik tanulmányban is, ahol azt találták, hogy azok a betegek, akik visszamentek másodjára is az SBO-ra egy héten belül, 11,5%-ban be is fektették őket az osztályra. [12] Bár az összes látogatás arányához képest nem számottevő ez az arány, azonban figyelembe kell venni, hogy ezekben az esetekben a betegek később kapták meg a szükséges ellátást egy potenciálisan veszélyes problémára. A **12. ábra** ehhez kapcsolódóan továbbá azt mutatja, hogy azok a betegek, akik újból úgy döntenek, hogy igénybe veszik az egészségügyi ellátást, azok jellemzően az eredeti látogatás utáni 72 órán belül teszik ezt meg.



**12. ábra-** Az LWBS betegek más intézménybe történő visszatérése miután elhagyták az eredetileg felkeresett SBO-t, *forrás: [12]*

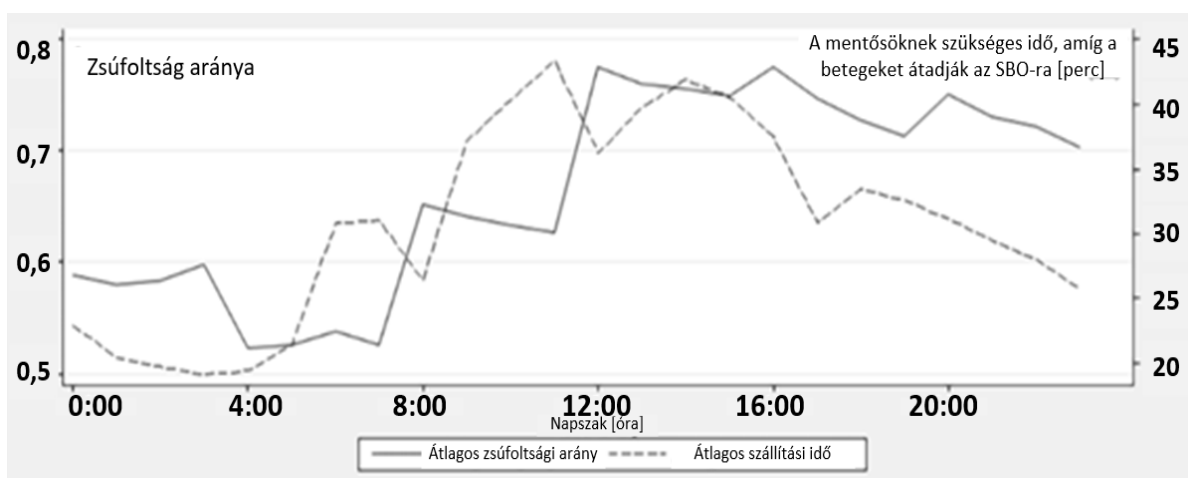
Azonban a betegek többsége kevésbé súlyos panaszokkal érkezik, ezért is képesek elhagyni saját lábukon az SBO-t. További megfigyelések egyike az, hogy az LWBS betegek tipikusan közel háromszor több esetben veszik igénybe az SBO-k szolgáltatásait a tipikus betegekhez képest. [12] Ez adódhat abból, hogy az adott területen nincs megfelelő alternatívája az SBO-k

nyújtotta járóbeteg-ellátásnak, vagy éppen nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű információ a többi lehetőségről.

Több faktort is figyelembe vettek annak érdekében, hogy megvizsgálják melyik tényező a leginkább domináns az LWBS betegek döntésében. Az eredmény az volt, hogy 8-szor olyan valószínű, hogy valaki hazamegy a vizsgálat előtt akkor, ha már minden hordágy használatban van az osztályon, vagyis tömeg van az SBO-n. Két modellt is megvizsgáltak, mind a kettőnél az jött ki, hogy az SBO telítettsége van a legnagyobb hatással az LWBS számra, a **11. ábra** tengelyén lévő két különféle mutatót vették alapul, a NEDOCS pontot, illetve a zsúfoltság arányát, ami egyszerűen az egyszerre vizsgálatra várók számának és a hivatalosan az osztályon található kórházi ágyak hányadosából adódott. [10]

### 2.3.2. A zsúfoltság hatása az érkezési időre

A zsúfoltság továbbá befolyásolja a „beszállítói” oldalt is. Abban az esetben, ha a legközelebbi SBO telített, a mentősöknek gyakran másik, jellemzően nagyobb távolságban lévő intézménybe kell eljutniuk a beteget, ezzel szignifikánsan megnövelve az út idejét. Másfelől, ha nem is diszponálják másik intézménybe a mentőkocsit, akkor a telített SBO-nál várják meg amíg felszabadul a kapacitás, amely idő alatt a jármű is kihasználatlan marad. A **13. ábra** azt szemlélteti, hogy az SBO zsúfoltságának növekedésével hogyan nő meg az ideje annak, amíg a mentősök átadják a beteget az SBO-n dolgozóknak. Ezt a tanulmányt Koreában készítették, ahol törvényileg van szabályozva az, hogy csak direkt módon adhatnak át beteget a mentősök. Vagyis amíg nem érkezik szabad orvos, nem szabadul fel kórházi ágy, amire fektetni tudják a beteget, addig ott kell várakozniuk a mentősöknek. [15]



**13. ábra-** A zsúfoltság arány, és az átlagos átfutási ideje a mentősöknek a napszak függvényében, *forrás: [15]*

## 2.4. Összegzés

A fent említett tényezők szembetűnő hatással vannak egy SBO működésére. Olyan eseményekről, mutatószámokról beszélünk, amelyek nem jelennek meg más területen, specifikusak erre a szakmára nézve. Így nem elég összehasonlítani a lean veszteségekkel az itt fellépő anomáliákat, aktívan kell keresni a folyamatban megbúvó tartalékokat, melyeknek felszínre hozása érdekében elengedhetetlen a vizsgált eszközök, **módszertanok továbbfejlesztése** a gyökérokok kezelésére. A megoldás azonban nem lehet szimplán az erőforrások extenzív növelése, továbbá bármely folyamat változtatásával járó intenzív fejlesztést sem lehet „in medias res” végrehajtani, mert ha rosszul reagál a rendszer az adott változtatásra, akkor az az ellátási színvonal folytonosságát is veszélyeztetné.

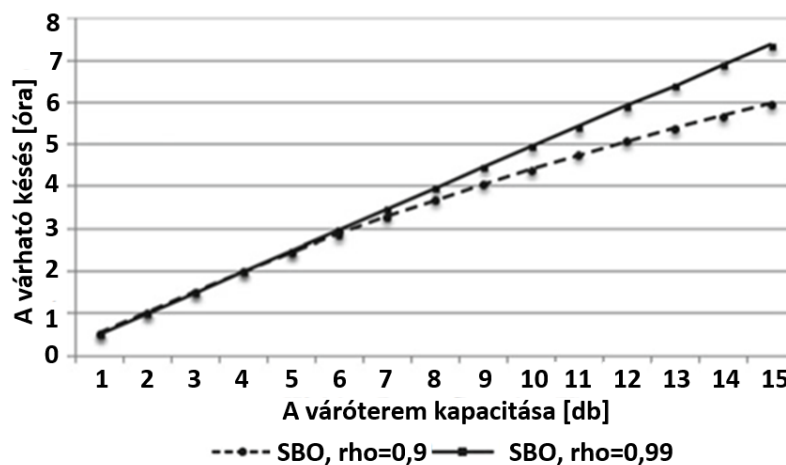
Azért éppen ezt a két mutatószámot választottuk bemutatásra, mert fontosnak tartjuk az LWBS szám minimalizálását, amit részben az információk korlátos áramlása indukál. A betegek számára fontos látni azt, hogy miért kell várakozniuk, míg az orvosok számára az, hogy mekkora a zsúfoltság egy adott időpontban, amelyet a NEDOCS szám mutatna számszerűsítve, és akár projektálna előre. Mindezt annak érdekében, hogy elő lehessen készülni a terheltebb időszakokra, és ezzel együtt csökkenteni lehessen a betegek vizsgálat előtti távozásának, és így az ellátásból kimaradók arányát.

### 3. Digitális eszközök a döntések támogatására

#### 3.1. Erőforrás menedzsment

Kutatások igazolták, hogy abban az esetben, ha adott emberi erőforrás mellett növeljük az ellátó rendszer befogadóképességét, mint ahogy azt a **14. ábra** is szemlélteti, akkor hiába lehet több beteget befektetni, az átfutási idő emelkedni fog. Ez azért történik, mert a sorállási modellben, amelyet alkalmaztak adott kiszolgálási idővel kalkuláltak, és mivel az ellátó személyzet száma nem, az ellátást igénylő betegek száma pedig nőtt, az átfutási idő is növekedni kezdett. Az „rho” érték ebben az esetben a kiszolgáló csatorna kihasználási mértékét mutatja. [6]

A vizsgált [6] -os cikkben azzal állították szembe a megnövekedett átfutási időt, hogy a nagyobb kapacitás végett csökkent a „kereslet vezérelt elbocsátások” száma, vagyis nem kényszerülnek arra, hogy elküldjenek betegeket férőhely híján. Azonban mindent egybe véve a növekvő átfutási idő miatt potenciálisan megnő azoknak a száma is, akik a nagy sorok miatt hazamennek az ellátás befejezte előtt. Mindez azt jelenti, hogy ugyanúgy lesznek olyan esetek, akik nem kapják meg a szükséges ellátást, így a meglévő erőforrások teljesítményének emelése jelentheti a megoldást.



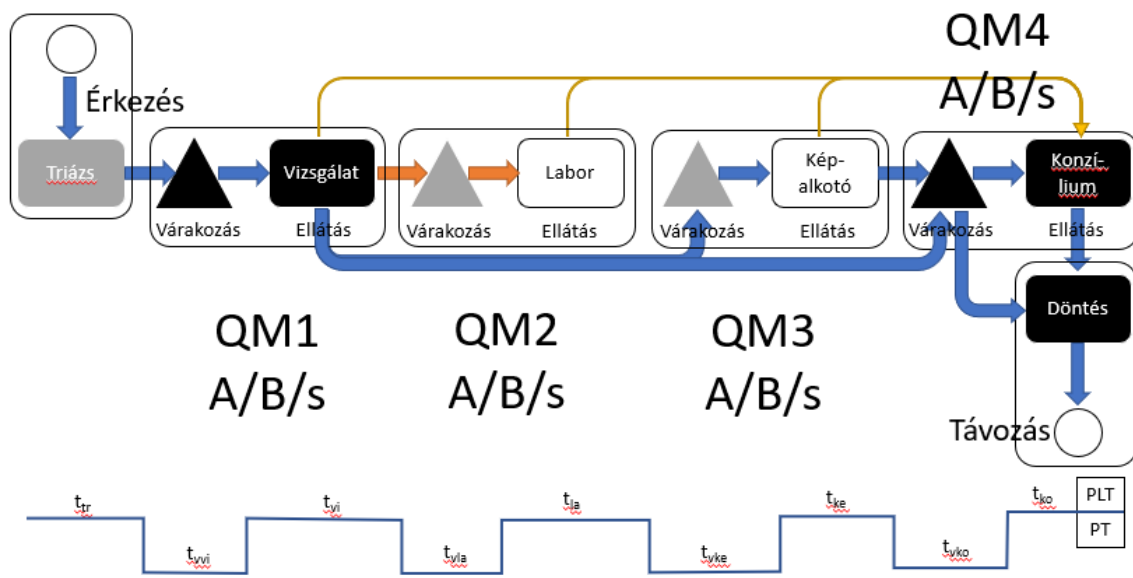
**14. ábra-** A várakozási idő növekedése a kórházi ágyak függvényében, *forrás:* [6]

Másfelől az is kijelenthető, hogy a további erőforrást jelentő orvosi eszközök felhalmozása sem nyújt igazi megoldást, ugyanis azok lekötött tőkét fognak jelenti, akár komoly kapacitásokat (raktárhelységeket, területeket) megtöltve a felhasználásra váró segédeszközökkel.

### 3.2. A VSM és a Kendall-féle sorbanállási modell

Amennyiben rendelkezésre áll a megfelelő mennyiségű és minőségű adat, fontos számszakilag is kimutatni, hogy az SBO ellátó rendszerében előforduló várakozósortokat mi okozza. Egy, a váróban tartózkodó beteg várhat éppen a vérvizsgálat eredményére, a képalkotó vizsgálatra kapott időpontjára, vagy éppen az orvosi vizsgálatra is, de éppen arra is, hogy hasson a kapott gyógyszer. Itt szeretnénk azt is megjegyezni, hogy ami a beteg számára várakozás, azt nem minden esetben tiszta veszteségnek kell tekinteni. Az előző példák közül a vizsgálat eredményére való várakozás azon része amikor a vizsgálatot végző berendezés épp dolgozik a kapcsolódó feladaton, értékteremtő időnek tekinthető, viszont kétségtelen, hogy erre a „vevő” (azaz jelen esetben a beteg), mivel ez a folyamat a színpalak mögött zajlik, hajlamos veszteségként tekinteni. Vagyis levonható az a következtetés, hogy igen vékony a határ, amikor az értékteremtő folyamatot vizsgáljuk. Ezért is rendkívül fontos, hogy megfelelően objektív adatok birtokában tudjuk eldönteni a klasszikus „veszteségnek” nevezett, a „szükséges, de nem értékteremtő” és „értékteremtő” időtényezőket.

Az ilyen jellegű vizsgálatok elvégzésére egy, az SBO-k értékteremtő folyamataira specializált értékáram elemzést lenne érdemes eszközölni. Hipotéziseink egyike szerint a VSM és a tömegkiszolgáló rendszerek modellezési módszertanát lehetne egy ábrán belül alkalmazni annak érdekében, hogy a kettő előnyeit ötvözzük. A tervezett ábrázolási módot szemlélteti a 15. ábra.



15. ábra- A VSM és a tömegkiszolgáló rendszermodellek összekapcsolása

Az ábrázolásban megjelenne az értékáram elemzésre jellemző jól megszokott idővonal, amely szemlélteti a veszteségeket, illetve az értékteremtő időket. Emellett az SBO ellátási folyamatainak egyes lépései, azaz a fő „technológiai műveletek” előtti várakozásokat is külön sorokként lehetne értelmezni, amelyet egy-egy, az adott rész-tömegkiszolgálási rendszerre jellemző Kendall-féle sorbanállási modell identifikál. A különböző színű és méretű nyilak a jellemzően előforduló három áramlási tényezőt, (beteg-, információ-, anyagáram; rendre kék, vékony, illetve vastag sárga nyíllal jelölve) és azok irányát hivatottak bemutatni.

A fentebb bemutatott példából is érzékelhető, hogy sokszor még az „értékteremtő” idők sem magától értetődőek a betegek számára. Emellett érdemes lehet a folyamat egyes szakaszain identifikálni a „szükséges, de nem értékteremtő” időket is. Meglátásunk szerint minden információ, amely segíthet abban, hogy a beteg, illetve hozzátartozója megértse az átfutási idők mögött rejlő okokat, valamint az eset „kiszolgálása” során előforduló fontosabb mérföldköveket, hasznos lehet mindaddig, amíg az nem válik kontraproduktívává. Emiatt is nagyon fontos feladat annak megválaszolása, hogy milyen adattartalom segítségével érhetjük el a legnagyobb „hasznosságot”. Az azonban vitathatatlan, hogy az ellátói oldal döntéseit nagyban tudná támogatni minden olyan információ, amely objektív módon definiálja azt, hogy a folyamat melyik szegmensében található, vagy várható torlódás.

### **3.3. Dashboard egy SBO folyamatainak átláthatóvá tételére**

Az SBO-kon nagyon fontos, hogy az ellátást szervező, illetve az ellátási folyamatban tevékenykedő orvosok tisztában legyenek az ellátó rendszer állapotával, teljesítőképességével, illetve az ott fellépő jelenségekkel és azok hatásaival. Számos információ áramlik egyrészt a betegek állapotáról, az egyes esetek számára szükséges következő lépésekkel kapcsolatban, másrészt pedig az erőforrások elérhetőségéről, leterheltségéről, mint például a szabad orvosokról, illetve szabad berendezésekről. Felléphetnek továbbá olyan különleges események, mint például egy képkalkuló berendezés meghibásodása, így összességében elmondható, hogy az ellátás szervezése során tisztán kell látni az egész ellátási folyamatot. Át kell tudni látni a helyzetet, csak így lehet reagálni egy-egy kolléga által feladott igényre, vagy, hogy éppen melyik beteget legyen a soron következő az ellátási folyamatban. [21]

A [21] -es forrásban előző tanulmányukra hivatkozva azt a hipotézist vetették fel, hogy az orvosok egyszerre nem tudták (nem is lehetett kellő információs háttér hiányában) átlátni az összes, az osztályon tartózkodó eset helyzetét. A következő cselekedetük 50%-ban protokoll alapján történt, amelyet a szoros környezetükben zajló impulzusok indukáltak. Ilyen volt



például az, hogy a fizikailag legközelebb tartózkodó betegre néztek rá, ahelyett, hogy azzal foglalkoztak volna, aki már régebb óta várakozik, vagy időközben már elérhető vizsgálati eredményekkel rendelkezett.

Hagyományosan ezt úgy kezelik a legtöbb SBO-n, hogy filctollal írják a fontosabb tudnivalókat (és esetleg adatokat) egy táblára. Az így vezetett adatok bizonyos forgalomig tudják koordinálni az orvosok munkáját, és helyzetjelentésül tudnak szolgálni az SBO állapotáról, azonban egy lehetséges csúcsidőszakban annyi információt kell kezelni, amely egy hétköznapi tábla-alapú megoldás már nem lehet képes. Egyszerűsége végett régóta használják, azonban, főleg az egyre növekvő igények fényében előjönnek a hátrányai. Ilyen lehet az, hogy ha egyszer letörlik az információt, azt már nem lehet visszaszerezni, nincs biztosítva az időnkénti frissítés, illetve befejezetlenül maradhat egy-egy adatfelvétel. Továbbá arról sem szabad elfeledkezni, hogy különböző színjelölések, rövidítések a kellőnél komplexebbé tehetik az információ kinyerését, főleg egy új dolgozónak. [2] [21]

A dashboard-ok, olyan adatkezelésre és információ vizualizálásra szolgáló eszközök, amelyek hatékonyan, illetve differenciáltan tudják továbbítani az információkat annak érdekében, hogy könnyen értelmezhetőek legyenek. Világos, hogy különböző jellegű adatok lehetnek fontosak egy-egy betegnek és az ellátásban tevékenykedő orvosoknak is. Az orvosok számára folyamatszintű döntések támogatása lesz a releváns, míg a betegek a saját ügyükkel kapcsolatos adatokból profitálhatnak. Az orvosoknak szánt dashboard-jellegű alkalmazások már több külföldi intézményben is megvalósultak [16], azonban olyan megoldással nem találkoztunk, amelyik a kiszolgáló oldal helyett / mellett a „vevői”, vagyis a beteg oldalt fogta volna meg. Véleményünk szerint a betegeknek szánt dashboard megoldásoknak igen jelentős hozzáadott értéke lehet. A kommunikáció hiányából fakadóan ugyanis a tapasztalatok alapján gyakran érezhetik úgy a betegek, hogy el lettek hanyagolva, el vannak veszve az ellátó rendszerben, vagy egyszerűen figyelmen kívül hagyták őket. A néha bátorításként elhangzó „csak egy fél óra és megjön a vizsgálat eredménye” olykor félrevezető is lehet, hiszen ugyan ideális esetben elegendő a fél óra, a zsúfoltabb időszakban ez akár több óra is lehet. Mindez azt a látszatot keltheti, hogy elfeledkeztek a betegről, aminek fényében megunva a várakozást haza is mehetnek, megtagadva maguktól az esetlegesen előírt terápiát.

Ilyen módszertan használata ugyan nem újszerű dolog, de egészségügyi környezetben egyáltalán nem megszokott, és így bizonyos kihívásokkal szembe kell nézni a kialakításuk során. Annak érdekében, hogy ne essünk bele ezekben a hibákba, átvizsgáltuk a [16] -os forrást, amelyben összegyűjtötték a releváns tanulmányokat és tapasztalatokat a témakörben.

A differenciálás, vagyis, az adatok megszürése annak érdekében, hogy melyik szereplő mit láthat, fontos lehet adatvédelmi szempontból is. Ugyanis a technológia implementálásának egyik buktatója az adatvédelemben rejlik. Az információáramlás csatornájának megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy olyan szenzitív adatok is kikerülhetnek, amelyekkel vissza lehet élni. [16]

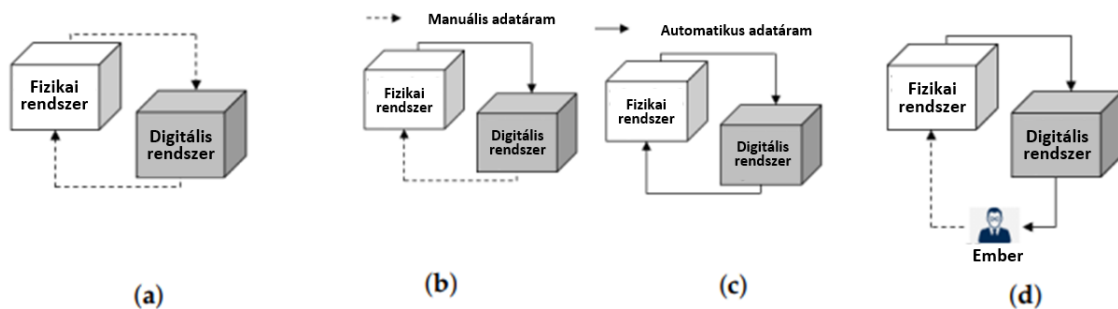
A következő probléma, ami egy digitális dashboard felület kialakítása közben előjöhethet az az, hogy a rögzített adatok nem pontosak, nem írják le kellő mértékben a valóságot, illetve, hogy a felület funkcióit tekintve nem képes az ellátó folyamatot támogatni, így nem felel meg a felhasználói igényeknek a felület. [16] Az inkonzisztens, illetve redundáns adatok kiküszöbölésére egy olyan relációs adatmodellre van szükség, amelyben pontosan meg vannak határozva a folyamat modellezéséhez és vizsgálatához felhasznált adatok mind tartalmi, mind formai szempontból. Így nem csak az elgépelési hibák csökkenthetőek, de le is rövidül az adminisztrációval töltött idő. Ezen felül érdemes konzultálni előre a dashboard-ot későbbiekben ténylegesen használó szakemberekkel is, hogy definiálhassák milyen információ releváns a számukra.

Fontos továbbá, hogy adaptív, és tovább bővíthető legyen a felület, ha felmerülnek további igények, illetve az alkalmazott kórházi szoftverekkel is össze kell kötni az alkalmazást. [16] Továbbá személyre szabhatónak is kell lennie a felületnek, mivel több felhasználói típus (orvosok, de akár betegek is) használhatják az alkalmazást, így más és más preferenciák merülhetnek fel az alkalmazás használatkor.

Szintén lényeges szempont, hogy könnyen értelmezhetőek legyenek a kimenteként szolgáltatott adatok, illetve a lényeg legyen kiemelve, hiszen főleg a gyakorló kórházakban nagy a munkaerő fluktuációja a rezidensek képzése miatt. Azért, hogy ne kelljen hosszadalmas képzéseket tartani a dashboard működéséről, minél átláthatóbbá kell tenni a felületet.

## 4. A digitális iker (DI) technológia

Miért lehet hasznos a DI technológia bevezetése egy SBO működésében? A DI a rendszermérnöki princípiumok alapján létesít kapcsolatot és átjárást a valós fizikai és kiber környezet között, amelynek segítségével jobb minőségű következtetéseket lehet levonni a modellezett rendszer jövőjét tekintve. Ehhez nagy mennyiségű empirikus adatra van szükség, melyeket a rendszer működését leképző validált és verifikált szimulációs modellek bemeneteként használhatunk fel. A szimulációk szélsőséges esetekre is képesek lehetnek megmutatni a modellezett rendszer működését, illetve pontos, valós idejű adatokra és predikciós algoritmusokra támaszkodva a fizikai iker jövőbeli viselkedését is prediktálni lehet. Egy DI alapú modell abban különbözik a szimulációs modellektől, hogy a valós idejű adatokat felhasználva elérhető, hogy a digitális környezetben pontosan azokat a jelenségeket érzékeljük, amit a fizikai valóságban, továbbá a valóságban és a digitális modellben relatíve kis látenciával ugyanazok az események következzenek be. [4] A valós idejű adatok biztosítása azonban elég nagy kihívás, különös tekintettel az SBO ellátó rendszerében bekövetkező fizikai mozgások követését tekintve. Egy valós ikerben ugyanis minden körülmény, minden mozgás detektálására és visszacsatolására szükség van. Lényegében kijelenthető, hogy ennek az állapotnak az eléréséhez napjainkban egyetlen megoldás az IPS alapú technológiák alkalmazása lehet.



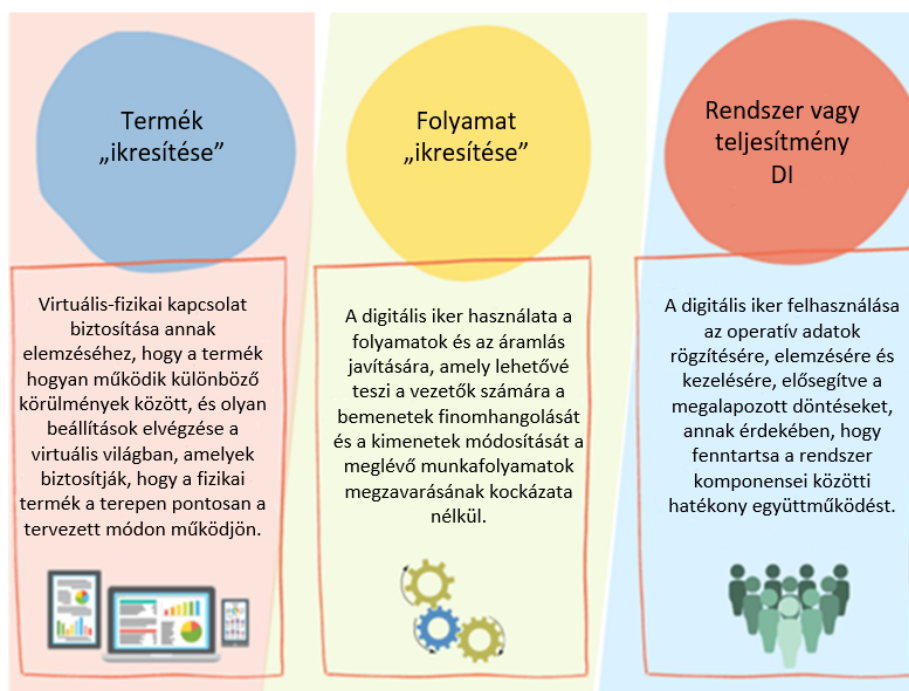
**16. ábra-** A DI technológia fejlettségi szintjei: (a) digitális modell; (b) digitális árnyék; (c) kezdeti digitális iker koncepció; (d) frissített digitális iker koncepció, emberi döntéshozatallal, *forrás: [5]*

Ahogy az a fenti ábrán látható, a DI technológiát különféle fejlődési (fejlettségi) szintekre lehet bontani az adatcsere automatizáltsága és a fizikai komponensben zajló folyamatok lekövetésének pontossága alapján. Először beszélhetünk (a) digitális modellről, ami lényegében a klasszikus szimulációs modellek szintje. Majd (b) digitális árnyékról, amelyek sajátossága a fizikai rendszer felé irányuló manuálisan koordinált adatáramlás, így a fizikai valóságban és a

digitális modellben zajló események között valójában nincs teljes szinkron, jellemzően a digitális modellben zajló események lekövetik a valós fizikai rendszerben zajló eseményeket. A (c) valós digitális ikerben pedig már az adatáramlás teljesen automatizált, így a teljes szinkronitás lehetősége adott a fizikai és a digitális világ között. A pontosság és a szinkronitás lényegében attól függ, hogy különböző integrált szenzorok mennyire képesek lekövetni a dinamikus változó jelenbéli történéseket. [4] [5] A fizikai világ és a digitális modell között alá-fölérendeltségi viszony van, melyben jellemzően a digitális modell lesz a valós rendszer alárendeltje. A digitális modell csak javaslatokat ad, nem pedig utasításokat, esetenként a szakképzett orvosok, szakápolók döntései nem feltétlen fognak megegyezni a digitális modell által adott javaslatokkal, így a modellt a valós fizikai világban hozott döntések befolyásolják.

#### 4.1. Különböző DI megoldások alkalmazása az SBO-kon

Napjainkban jellemzően **háromféle** megoldásban gondolkoznak a kutatók, amikor DI technológiáról beszélünk az egészségügyben. A „termék” ikresítésének ötlete az, hogy a beteg fiziológiai attribútumait modellezzük le a virtuális térbe. Jelen esetben azonban a másik két irány az, ami érdekes a számunkra. A **17. ábra** ezeket a megoldásokat hivatott bemutatni.



**17. ábra-** A DI technológia alkalmazási lehetőségei az SBO-kon, *forrás: [8]*

A kiszolgálási folyamat és a támogató háttérrendszer „ikresítése” az, ami az átfutási idő optimalizálását segíthetné elő úgy, hogy egy digitális modellben leképezve a teljes tömegkiszolgálási rendszert, a folyamatok valós idejű, digitális környezetben megvalósuló

folyamatos vizsgálata által a fontosság, a relevancia és az időigény szerint **dinamikusan** rendezné sorba az ellátandó igényeket és a vizsgálatokat. Lehet vitatkozni arról, hogy jelen állapot szerint toló, vagy húzó rendszerű a kiszolgálási folyamatok és a kapcsolódó feladatok szervezése egy SBO-n viszont a legjobb vélhetően az lenne, ha a **teljes kiszolgáló rendszeren átívelő húzó elvet** tudnánk elérni. Az igények nem rátolva lennének az egyébként is túlterhelt kiszolgálási fázisokra (lásd pl. laboratóriumi vizsgálatok), hanem a folyamatosan fellépő igények függvényében, a rendelkezésre álló kapacitások aktuális vizsgálata, továbbá az elvégzendő feladatok tulajdonságainak figyelembevételével mellett ütemezné a DI a következő feladatokat. Természetesen jellegéből adódóan történnek váratlan események az SBO-n, de a DI egyik legnagyobb előnye a **valós idejűség**, aminek köszönhetően folyamatos szinkronizálással, iterálással frissül a valós adatok alapján a DI modell tartalma, így ez nagyban megkönnyítené a döntéshozatalt a prompt feladatok esetében is.

Többek között azért is van fontos szerepe az embernek a döntéshozatalban, mert a szimulációs modellek, amelyek a háttérét adják a DI technológiáknak, csak közelítéseken alapulnak. A szimulációs modellek egyszerűsített verziói a valóságnak, így bár a modellekben kezelt események valós, validált és verifikált másai a valóságnak, de a kiszolgáló rendszer jövőjét vizsgáló predikciós helyzetek eredményeit minden esetben szakavatott szemeknek kell értékelni, elfogadni, vagy elutasítani. Ez a szempont különösen fontos, egy SBO működése esetében. A DI technológia alkalmazásakor a korrekt döntéshozatal támogatása érdekében minden esetben **újraszinkronizálás** szükséges, amelyet a valós környezetből származó adatok alapján kell megvalósítani. Ez egy igen komoly feladat, ugyanis számos mérési pontot kell beiktatni a kiszolgáló rendszerben zajló folyamatok és entitások valós idejű követése érdekében, amely még a legfejlettebb SBO-kon is hiányosnak bizonyul a jelenlegi helyzetet tekintve. Ezért is csak ritkán alkalmazhatóak automatikusan a DI által ajánlott megoldások és lebonyolítási scenáriók, azonban különösen a kritikus esetekben nagy segítséget jelenthetnek a különböző „mi lesz ha” jellegű scenáriók felvázolásában.

## **4.2. A digitális megoldásokban rejlő felhasználási potenciálok**

Ellentétben egyes módszertanokkal, a DI technológia flexibilis, sokoldalúan alkalmazható, több elemzést integráltan lehet elvégezni vele. Az egyre növekvő igények kielégítésének megoldásához olyan szintű digitális fejlesztések szükségesek, amelyek már egyébként is beférköztek a mindennapjainkba. Miért pont az egészségünk megőrzésével foglalkozó diszciplína maradna ki ebből a trendből?

#### 4.2.1. A fejlesztések szükségességét alátámasztó jelenségek

A digitalizáció trendje már pár éve elindult hazánkban is, azonban még mindig számos olyan általános jelenséggel találkozhatunk, amelyben a kommunikáció és/vagy a feladatok kiosztása, továbbá az ezekkel kapcsolatos információk átadása során a hagyományos, jellemzően papír alapú módszereket részesítik előnyben az SBO-kon dolgozók. Egyúttal megfigyelhető az is, hogy a döntéshozatalban is viszonylag alacsony fokú az adatokkal való ellátottság, így a döntéstámogatási megoldások alkalmazása sem különösebben elterjedt az operációban. Ezekre a jelenségekre az alábbi példák is igyekeznek rávilágítani.

Jelenleg elmondható, hogy komoly gondot okoznak a **kommunikációs problémák** orvos és beteg között. Talán az egyik legnagyobb probléma a kiszolgálás során az **információk hiánya**, ami halmozottan jelen van az ellátási folyamat során. Egyes intézményekben már korlátozott adattartalom mentén ugyan, de elég jól működik az adatok digitalizált rögzítése is, azonban még számos hazai SBO van, ahol papíron vezetnek mind a mai napig minden adatot a kiszolgáló folyamattal kapcsolatban. [13]

Tipikus jelenség, hogy a legtöbb SBO-n még mindig **papírra nyomtatják ki a zárójelentéseket**. Ugyan az EESZT<sup>5</sup> elterjedésével ez a feladat egyre inkább digitalizálható, ez a jelenség egyrészt régi beidegződések, másrészt az informatikai háttér hiánya miatt van. Nemcsak környezetvédelmi és költségcsökkentő hatása lenne a papír alapú dokumentumok eliminálásának, hanem jelentős átfutási idő csökkenést is lehetne vele elérni. A beteg megkeresésével értékes perceket veszíthetnek a betegellátási folyamatban, arról nem is beszélve amikor bevárnak több zárójelentést azért, hogy azokat egy tételben („gazdaságos sorozatnagyságban”) továbbítsák a betegekhez. Ez a jelenség egyébként több helyen is megfigyelhető az ellátási folyamatban, ahol dokumentumok áramlanak, így például megfigyelhető akkor is, amikor az ún. triázslapokat viszik át a műszakvezető főorvoshoz a feladatok további sorsának eldöntése, illetve azok diszpozíciója végett.

Folyamatmegfigyeléses vizsgálataink során az egyik felettebb modern és jól megszervezett vidéki SBO-n tapasztaltuk, hogy az alkalmazott informatikai rendszerbe felvitték a triázsolás alatt megállapított paraméterek értékét, és a kategória besorolást, viszont a **jelentést csak azért kinyomtatták**, hogy a főorvoshoz vigyék, aki utána diszponálta a betegeket (eseteket) az egyes kezelőorvosokhoz. Jellemzően ebben az esetben sem egyesével mozgatták a papírokat, így az elsőként letriázolt beteg legalább annyival tovább várakozott, amíg több triázslap el nem

---

<sup>5</sup> EESZT = Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér

készült. Fontos látni, hogy főleg egy zsúfolt napon minden perc és segítség számíthat, amit a feladatok diszponálásában kaphatnak a szakorvosok, ugyanis a perces csúszások később komoly további (jelenleg előre nem látható, és meg sem jósolható) csúszásokat eredményezhetnek az ellátási feladatokban. Bár ez még távolról sem adja meg az optimális megoldást, de már egyszerű vizuális menedzsment jellegű megoldásokkal is jobban láthatóvá válna, hogy melyik orvosnak vannak szabad kapacitásai, hogy lenne érdemes kiosztani a feladatokat. A bemutatott példa esetében továbbá olyan helyzet is előfordulhat, hogy a főorvos nincs a kijelölt helyén, ilyen esetben pedig meg kell keresni, vagy várni kell rá, amíg vissza nem ér a helyére.

Az SBO-kat érő kritikák megfogalmazásában legnagyobb szerepet játszó csoport az SBO-kon ellátásra szoruló betegek, hiszen a fokozatosan növekvő ellátási igények kiszolgálásán dolgozó rendszer problémáit a betegek érzik meg a legjobban. A „sürgősségi” megnevezés nem éppen a legcélravezetőbb, ugyanis az emberekben olyan elvárások fognak keletkezni, amelyeket nem lehet kiszolgálni ellátói oldalról. Mint ahogyan az az előző kutatásunkban is kirajzolódott, **közel 4,5 óra** is lehet az átlagos tartózkodási idő egy SBO tömegkiszolgáló rendszerében, és az a tapasztalat, hogy erről sajnos nem feltétlenül vannak megfelelően tájékoztatva a betegek. [3]

Emellett további elégedetlenséghez vezethet az is, ha az SBO-n eltöltött hosszú órák után **hazaküldik a beteget** látszólagos hozzáadott érték nélkül. Azon esetekben, amikor a beteg hazabocsátásra kerül nem kizárólagosan beszélhetünk arról, hogy nincs probléma, és teljesen egészséges a beteg, hanem lehet, hogy szimplán nem profitálna a további hospitalizációból. Azonban az esetek többségében a probléma identifikálásra kerül, és a megfelelő lépések el is lesznek indítva a gyógyítása érdekében. [3]

A fent bemutatott jelenségek ugyan csak kis részét jelentik a fejlesztésre szoruló folyamatoknak, viszont már ezeknek a példáján keresztül is látható, hogyan segíthetnék a digitális megoldások, illetve a korrekt valós idejű adatok a döntéstámogatást, illetve a totális kommunikációt az SBO-k kiszolgálási folyamatában.

#### **4.2.2. Ötletek és lehetőségek**

A SBO-k működése során keletkező minőségi adatok felhasználásának jelentőségét mutatja egy közelmúltban publikált cikk is, amelyben egy SBO-ra érkező igények előrejelzését tűzték ki célul. Ebben egy SARIMA jellegű előrejelző modellt, illetve mesterséges intelligenciát alkalmazva egész kis hibaértékkel sikerült a múltbeli adatokra előrejelző modellt illeszteniük a

kutatóknak. [18][19] Az ilyen jellegű előrejelzések ugyan nem fogják teljes mértékben letükrözni a valós igényeket, azonban átfogó képet adhatnak a műszakok erőforrásainak tervezésére vonatkozóan, hiszen az igények változásában fellelhetőek bizonyos ismétlődő jelenségek (lásd fentebb a **4. ábra**, illetve **5. ábra** grafikonjait), melyet akár a klasszikus idősoros modellek is le tudnak képezni megfelelő pontossággal. Ezek az előrejelzések a feladatok diszponálásában is akár komoly segítséget adhatnak, illetve jelentős értéket jelenthet, hogy a **DI technológián alapuló modell intelligenciájába is integrálhatók**. Ezekkel a modellekkel számos operatív kérdéskört lehet támogatni, akár olyanokat is, amelyek kissé túlnyúlnak az SBO-k belső (intraorganizacionális) rendszerén, így például a fentebb ismertetett NEDOCS indikátor alapján telítettségi előrejelzés alapú eset diszpozíció is elképzelhető lenne az OMSZ irányába olyan esetekben, amikor több intézmény is szóba jöhet egy-egy feladat kapcsán.

Világosan látszódik tehát, hogy minden fejlesztésnek az alapja a megfelelő **menyiségű** és **minőségű**, a rendszer működése során folyamatosan gyűjtött **releváns** adat. Az adatok relevanciáján azt értjük, hogy – elkerülve a felesleges munkát és az adatok halmozását – csak azokat az adatokat gyűjtjük, melyekre valóban szükség is van az SBO ellátó rendszere **pillanatnyi állapotának**, illetve **jövőbeli lehetséges állapotainak** értékelése során. Továbbá azokat az adatokat, melyekkel megvalósítható a **totális digitális kommunikáció** az összes kommunikációban érintett fél (ápoló, orvos, betegszállító, egyéb alkalmazott, beteg, illetve hozzátartozó) között.

A fentebb bemutatott DI technológia hipotézisünk szerint a jövő SBO döntéshozatalában elengedhetetlen lesz, azonban nagyon hosszú út áll a bevezetése előtt. A végcél egyértelműen egy DI technológián alapuló megoldás létrehozása, azonban az ide vezető úton létezhetnek olyan további lehetőségek (mérőkövek) is, melyekkel már jelentős mértékben javítani lehetne a jelenleg fennálló állapotot, és el lehetne indulni a kommunikáció és a döntéstámogatás fejlesztésének az irányába. Véleményünk szerint a nulladik lépés a **digitalizáció** megkezdése, a teljes **átláthatóság** és **követhetőség** megvalósítása lehet a DI technológia irányába. Ehhez készítettünk egy olyan **adatmodellt**, amely lefedheti az adatszükségletet és struktúrát ad a kiszolgáló folyamatok követéséhez szükséges összes adatnak (lásd következő fejezet). Annak fényében, hogy jelenleg sajnos az adatgyűjtés sincs kellőképpen megoldva, a következő lépcsőfok még nem a DI technológia alkalmazása a hazai SBO-kon. Mindemellett viszont elképzelhető első körben egy olyan, több szegmensre bontható **dashboard** rendszer kialakítása, amely a már meglévő adatokon alapul, és egy differenciált



adatközlésen és vizualizáción alapuló indikátor rendszert és kommunikációt lehetne megvalósítani rajta keresztül az összes fentebb említett relációban, továbbá utat nyithatna a DI technológia irányába is az adatmodellben tárolt adatok felhasználásán keresztül. [13]

### 4.2.3. A *dashboard* koncepció

A fellépő elégedetlenség, a kommunikáció fokozása és a betegek vizsgálat előtt történő távozásának csökkentése érdekében olyan dashboard megoldáson gondolkozunk, amelyet mobil applikáció formájában, valamint az adatok jobb hozzáférhetősége érdekében az SBO váróiban elhelyezett kijelzőkön tervezünk megjeleníteni. Emellett a dashboard rendszer része egy, a kiszolgálói oldalt támogató felület is, amelyen lényegesen összetettebb információk kerülnek megjelenítésre a megfelelő indikátorok formájában, megkönnyítve ezzel a döntések meghozatalát. A dashboard lényege a DI technológiához hasonlóan a rendelkezésre álló adatok felhasználása a döntéshozásban, az információk szűrése és differenciált továbbítása az információkat igénylők (beteg és orvos) irányába, a legelső pillanattól tájékoztatva a beteget és az orvost arról, hogy mire lehet számítani a kiszolgálási folyamat során. A rendszerben olyan adatok megjelenítése szükséges, amely vizuálisan, könnyen érthetően elegendő mennyiségű információt tud a betegeknek szolgáltatni. Ilyen lehet az osztályon egyszerre tartózkodó betegek száma, a labormintára várakozók száma, a vizsgálati státuszok, illetve az átfutási idő várható értéke egy adott időszakban, de akár az, hogy melyik kezelőorvosnál van a legtöbb beteg, kit nem érdemes tovább terhelni. Orvosi (kiszolgálói) oldalról azonban egy olyan összetettebb megoldásban gondolkozunk, ahol a különböző szükséges vizsgálatokat hozzáadva prediktálhatóvá válna egy várható érték az átfutási időre nézve, annak fényében milyen ellátásra van szüksége a betegnek. Ezek a kimenetek közölhetőek a beteggel a saját személyes applikációs felületén keresztül is. Továbbá az orvos-ápoló, orvos-orvos reláció kommunikációját is támogatni tudnánk, ezzel a virtuális térbe helyezve az információátadást, hiszen az ellátással folyamatosan leterhelt orvosok produktív idejéből csak elvesz a kollégák keresése, terápiák egyeztetése. Emellett a feladatok diszponálását is egyszerűsíteni lehetne, hiszen a műszakvezető főorvos így nem papíron kapná a triázslapokat, majd küldené tovább az adott orvosnak, hanem pár gombnyomással elektronikus formában kezelhetné azokat, papírt és időt megspórolva. Továbbá az SBO zsúfoltságáról is számot adhatna az alkalmazás, így akár előre online meg lehetne tekinteni mekkora várakozás, illetve betegszám (esetszám) várható az adott osztályon, amellyel célunk lehet akár preemptív módon csökkenteni az SBO-k terhelését. Ez a betegek oldalról vélhetően csökkentené a bizonytalanságot, és ezzel talán csökkenteni

lehetne az LWBS betegek számát is. Továbbá, azok a betegek, akik nem feltétlen szorulnak sürgősségi ellátásra – látva a sorbanállással kapcsolatos indikátorokat – talán kiszűrhetővé válnának azelőtt, mielőtt ellátogatnának az SBO-ra, tovább terhelve az amúgy is leterhelt rendszert. További előny lehet, hogy az adatokat az SBO-ra saját lábán érkező betegeken túl értelemszerűen az Országos Mentőszolgálat is fel tudja használni a közölt információkat.

## 5. A kiszolgálási folyamatot leíró kifejlesztett adatmodell

Fenti megfontolások mentén munkánkat egy adatmodell felépítésével folytattuk, mivel ez lehet a dashboard rendszer alapja, illetve a későbbiekben pedig a DI modell alapját is ez az adatmodell képezheti. Egy relációs adatmodellt készítettünk melyben eddigi tapasztalataink alapján összeszedtük, hogy milyen jellegű adatokra lesz szükségünk, annak érdekében, hogy olyan megoldást nyújthassunk, amivel támogatni lehet a virtuális kommunikációt az SBO-n dolgozó személyek, illetve az ide érkező betegek, valamint hozzátartozóik között. Az adatmodellt úgy alkottuk meg, hogy az bármikor könnyen bővíthető legyen további adatokkal, amint azok rendelkezésre állnak.

Először is a használt adattípusokat ismertetjük. Lényegében háromféle adattípust definiáltunk, melyekből az egyik a szöveges jellegű adatok csoportja, mint például az egyes kapcsolótáblákban található azonosítók megnevezései. Ezeket az adatokat **stringekben** érdemes tárolni. A megnevezésekhez tartozik egy azonosító kód, amely egy **integer** formátumú számot rendel a megnevezésekhez. Így kikerülhet az, hogy inkonzisztens szöveges formátumú adat kerüljön az azonosítók helyére. A harmadik típus pedig a **timestamp** jellegű adatok csoportja, vagyis egy időbélyeg, amelyben az egyik leglényegesebb információt, az egyes műveletekhez tartozó események bekövetkezésének időpontjait lehet rögzíteni.

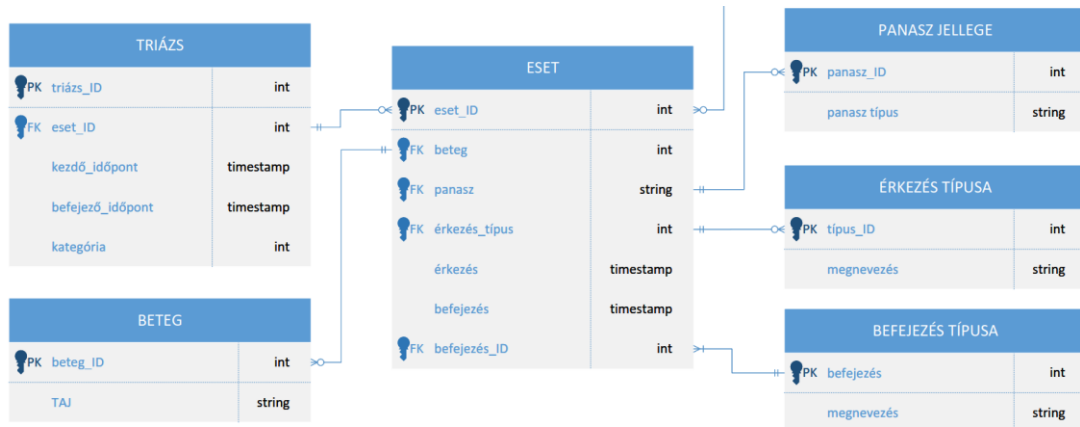
A beteg érkezésekor a beazonosíthatóság érdekében a BETEG táblába rögzítésre kerülnek a személyes adatok (pl. a TAJ szám). Emellett minden beteg kap egy egyedi azonosító kódot is, melyet a további feladatok kapcsán azonosításra használhatunk fel.

A beteghez tartozó ESET táblában minden eset kap egy egyedi azonosítót. Ebben a táblában vannak eltárolva az egy esethez tartozó általános információk. Az esethez kapcsoljuk a beteget az egyedi azonosítója segítségével, illetve azt, hogy milyen szakági ellátásra van szüksége a betegnek és milyen az SBO-ra való érkezés és az onnan való távozás típusa. Ezek az adatok **idegen kulcsok**. Továbbá ebbe a táblába kerül rögzítésre a beteg érkezésének és távozásának időpontja is.

Az esethez tartoznak események, amelyeknek vannak kezdő és befejező időpontjaik. Mivel az esetekhez tartozó események számossága és sorrendisége változhat a fennálló panasz függvényében, így külön, nem kötelezően kitöltendő mezőkként definiáltuk az eseményeket. Például a képalkotó vizsgálatok azok, amelyeket jellemzően csak a betegek kis hányadánál rendelnek el, azonban ilyenkor rögzítésre kerül az igény keletkezésének időpontja, (amikor lefoglalták az időpontot) továbbá az is, amikor valójában megtörtént a vizsgálat. Az igény



szempontjából mélyebb különbséget tenni ebben az állapotban véleményünk szerint nem érdemes.

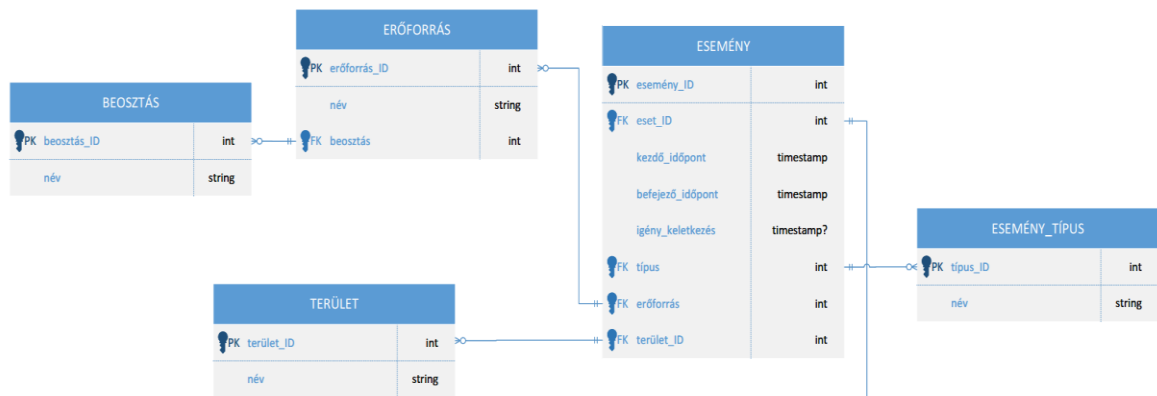


**19. ábra-** Az eset táblához tartozó altáblák

A TRIÁZS táblában egy adott esethez tartozó triázs kategória, valamint a triázsolás kezdete, illetve befejező időpontja található. Amennyiben retriázsolásra van szükség, akkor van lehetőség bővítésre, egy új sor felvételével, ugyanazon esethez tartozóan.

Az SBO-n dolgozókat az ERŐFORRÁS táblában egy egyedi azonosítóval látjuk el, valamint ehhez rendeljük az erőforrás nevét. A beosztást egy BEOSZTÁS nevű táblából egy egyedi azonosító segítségével kapcsoljuk. Ebben a táblában találhatóak a beosztás típusok, vagyis az arra vonatkozó adatok, hogy az adott dolgozó orvos, rezidens vagy ápoló munkakört lát-e el.

A HELYSZÍN táblában az SBO egyes különálló vizsgálóit szükséges rögzíteni, ugyanis a különböző helyiségek más-más felszereltségűek lehetnek, illetve nem titkolt célunk a betegáram vizsgálata az SBO topológiájában, ezért az időbélyegekkel ellátott események mellett a helyszín feltüntetése is fontos. Továbbá a más osztályon, és így akár másik szinten elhelyezkedő képpalkotó vizsgálókig szükséges eljutással járó veszteségek elemzésében is sok lehetőség rejlik, mind a megtett út és a szükséges idő függvényében is.



20. ábra- Az eseményekhez tartozó altáblák

## 5.1. Azonosítási technológiák és szabványok

A fentebb említett adatmodell annak érdekében készült, hogy meghatározzuk az általunk relevánsnak tekintett adatokat, és alapját adják egy olyan „adategyenlegnek”, amely az informatikai fejlesztések előtt rámutathat a hiányosságokra. Amennyiben rendelkezésre állnak a szükséges adatok, akkor jó eséllyel a vizsgált rendszer átláthatósága biztosítható és számos a rendszer működését leíró jellemző indikátor meghatározhatóvá válik. Ellenben, ha csak hiányosan, vagy egyáltalán nem állnak rendelkezésre az adatok, akkor azokat valamilyen technológiával (jellemzően informatikai megoldások segítségével) elő kell állítani, mérhetővé kell tenni. Ehhez különféle azonosítási technológiákat és adatgyűjtő rendszereket célszerű alkalmazni.

Az egészségügyben is egyre kiemeltebb figyelmet kap a betegek, az ellátó személyzet és a dokumentumok helyének azonosítása, valós idejű nyomkövetése. A GS1-nek már globálisan elfogadott szabványrendszere van, amely egységes azonosítási-, és jelöléstechnikát biztosít, amely elősegíti a biztonságos és hatékony működést, mindezt az egészségügyi ellátórendszeren belül is. [22]

Bár jellemzően erőforrás és betegazonosítással, illetve kontrollinggal foglalkoznak, azonban már itthon is van olyan intézmény, ahol a karszalagokban található RFID-tagekkel tudják nyomkövetni a beteg helyzetét, az ellátói folyamaton belüli áramlását. [23] A fő fókuszukban fekvőbeteg osztályok vannak, azonban a technológiai háttér létezik ahhoz, hogy betölthetőek legyenek az esetlegesen felmerülő rések, amelyek az adatszolgáltatásban jelennek meg az SBO-kon, azaz az ilyen mintarendszerekben összegyűjtött tapasztalatok jól hasznosíthatóak lennének az SBO-k adathiányos ellátórendszerében is.

## 6. A háromrétegű szoftverarchitektúra

A háromrétegű szoftverarchitektúra egy olyan szoftvertervezési keretrendszer, amely John J. Donovantól származik. A modell legnagyobb előnye, hogy lehetővé teszi az egyes rétegek egymástól függetlenül történő fejlesztését, sőt, akár teljes cseréjét is, lépést tartva így a folyamatosan változó követelményekkel és az egyre újabb technológiákkal. Ez biztonságosan megtehető, mert egy réteg módosítása nincs hatással a többi réteg működésére. Egymástól független modulokként tartalmazza a **felhasználói felületet**, az **üzleti logikát** és az **adatbázist** a szükséges hozzáférési műveletekkel. Például, ha a megjelenítésért felelős szerverre új operációs rendszer kerül, akkor elég csak a megjelenítést vezérlő modulokat frissíteni az alkalmazásunkban, az új körülményeknek megfelelően. Az üzleti logika integrálásával, és ezzel az ezt megelőző kétrétegű architektúrát felülírva sokkal nagyobb számú felhasználót tud kiszolgálni egy ilyen rendszer, (jellemzően weboldal) mint azt megelőzően. [17] [20]

Háromrétegű architektúra esetén az alkalmazást az alábbi **három rétegre** bontjuk:

- *Megjelenítés:* a társrendszer felé nyújt interfészt (gyakran ez a felhasználói interfész), és az ehhez kapcsolódó eseményeket kezeli le. Ennek a leggyakoribb megvalósítása a weboldal és az előállító logika. [20]
- *Üzleti logika:* ezen réteg feladata az üzleti folyamatok futtatása, hosszú életű tranzakciók kezelése. Itt kerül sor az adatok szélesebb hatókört, több adattípust átölelő szabályainak kikényszerítésére is. Ez a középső réteg szolgál a teljesítmény növelésére, a centralizáción keresztül sokkal egyszerűbben eszközölhetőek változtatások az egész adminisztrációs folyamatban. Mivel ez a réteg van „középen”, így mind az adatbázis réteggel, mind a felhasználói felülettel is tud kommunikálni. [17] [20]
- *Adatbázis:* az adatok tartós tárolásával foglalkozik. Itt történik meg a szűkebb hatókörrel rendelkező adatszabályok kikényszerítése és gyakran az objektum és relációs adatmodellek közötti leképezés is.” [20]

Akkor érdemes háromrétegű architektúrát alkalmazni, amikor olyan kliensszerver elérése szükséges, amely hatékonyabb, skálázható, illetve rugalmas. Mivel céljaink közé tartozik, hogy az SBO belső hálózatán kívül is megtekinthetőek legyenek bizonyos információk a dashboardon keresztül, így a megjelenítést egy ilyen architektúrában felépített weboldalon célszerű megvalósítani. Az adatbázis mögött húzódó relációs adatmodell felépítését pedig az előző fejezetben tárgyaltuk.

## 7. A betegellátói folyamat különböző perspektívákból

Még mielőtt rátérnénk a tervezett dashboard felület kialakítására, szeretnénk bemutatni azt, hogy jelen állapot szerint hogyan érzékelheti a beteg az ellátói folyamatban eltöltött időt, illetve annak összetételét. A **21. ábra** azokat a főbb lépéseket ábrázolja, amelyeket az SBO értékteremtő folyamatában egy-egy kezelt eset kapcsán jellemzően végre kell hajtani. Az egyes vizsgálatok tovább bonthatók, többször is elvégezhetik azokat, viszont az is előfordulhat, hogy nincs szükség bizonyos vizsgálatok végrehajtására.



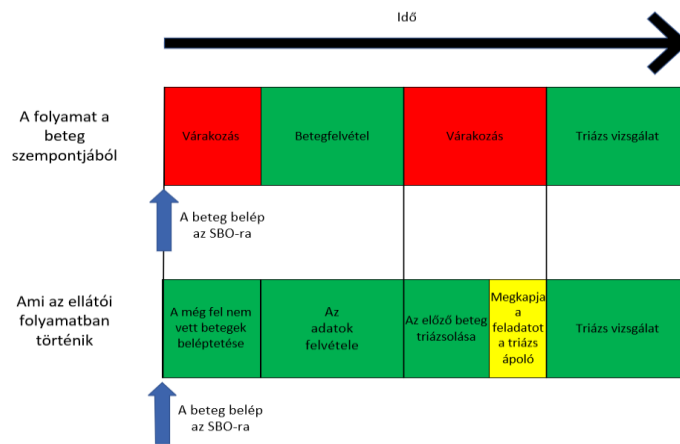
**21. ábra-** A sürgősségi betegellátó folyamat leegyszerűsített váza

Az értékteremtés során megfigyelhető az a jelenség, hogy az egyes fázisokat tekintve az értékteremtő feladatok jelentős része nem a beteg „szeme előtt” zajlik, így ezekbe a beteg nincs beavatva és nem láthatja mi történik valójában. Ez önmagában még kevésbé probléma, és a legtöbb esetben nem is elvárható. A nagyobb baj az, hogy az esettel, illetve az elvégzendő műveletekkel kapcsolatban a beteg (és/ vagy hozzátartozója) semmilyen, vagy csak igen szórványos információval rendelkezik. Ezek miatt vevői szempontból (azaz a beteg szempontjából vizsgálva) gyakran tűnhet úgy, hogy az átfutási idő jelentős része „értelmetlen” várakozással telik el. Emiatt fontosnak tartjuk, hogy a főbb fázisokban zajló értékteremtő feladatok egymásra épülése „vevői” és „ellátói” szempontból is világossá váljon.

A következő **22. ábra** a betegfelvételi, és a triázs fázis időbeli lefolyását ábrázolja két külön nézőpontból, az egyik az, hogy mit tapasztal a beteg, a másik, pedig az, hogy mi történik az

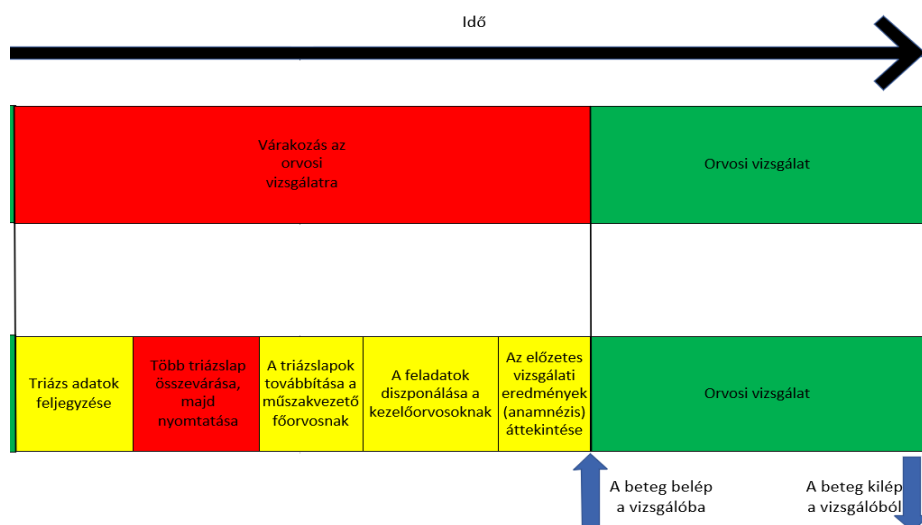


ellátói oldalon. Ezek a lépések általánosítások, az egyes elemek mérete arányaiban próbálja reprezentálni az átlagos időszükségletet. A különböző színű jelölések pedig a veszteség, szükséges, de nem értékteremtő, illetve értékteremtő időket hivatottak bemutatni, rendre piros, sárga és zöld színekkel. A teljes idődiagram a 10.2 mellékletben található.



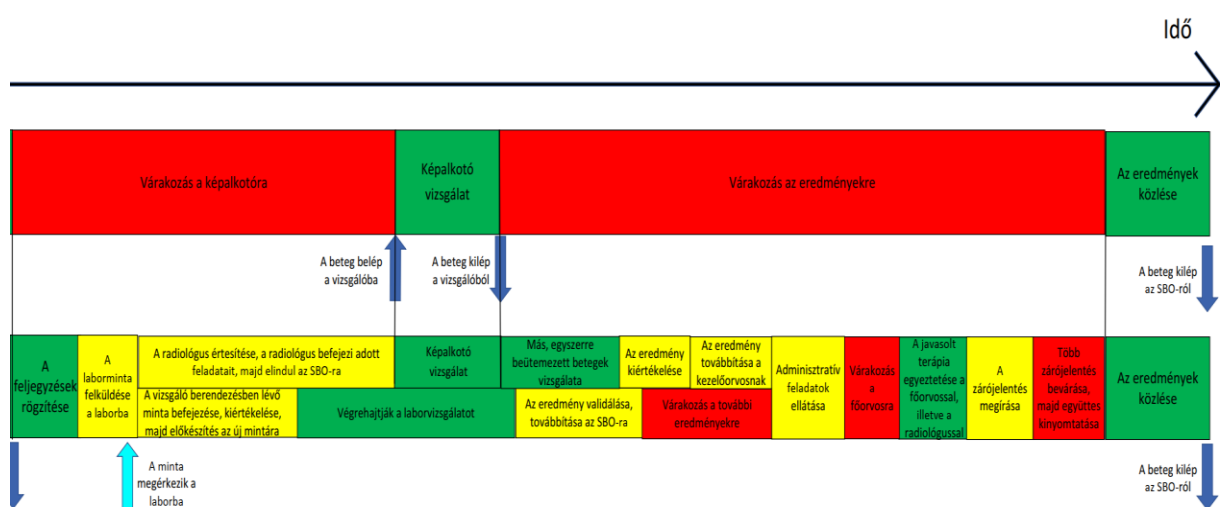
**22. ábra-** A betegfelvétel és a triázs külön perspektívákból

A következő lépés a folyamatban az orvosi vizsgálat, illetve az azt megelőző várakozás a beteg részéről. Azonban, ahogy a **23. ábra** is szemlélteti, az orvos a vizsgálat előtt jellemzően megnyitja a beteg kórtörténetét, ismerkedve az esettel, így előre felkészülve a következő vizsgálatra. Emellett a már korábban említett jelenség is gyakran előfordul, ami a megfigyelt SBO-n is kirajzolódott, miszerint az ápolók összevárnak több kinyomtatott triázslapot, hogy azt a főorvosnak egyszerre adják át további feldolgozásra a feladatok kiosztása érdekében. Az ilyen jellegű anyagmozgatások eliminálásával rövidíteni lehetne az ellátás átfutási idejét, azonban fontos leszögezni, hogy alapvetően nem emiatt várakozik a beteg, mint ahogy az alább látható.



**23. ábra-** Az orvosi vizsgálat és az azt megelőző műveletek külön perspektívákból

Az orvosi vizsgálatot követően pedig szétvállik a folyamat, abban az esetben, ha képalkotó vizsgálat is szükséges. Laborvizsgálatot az esetek többségében végeznek a betegeken, azonban, ha képalkotó vizsgálatra is van szükség, akkor párhuzamosan tud tovább haladni több művelet is, amelyek a beteg elől „rejtve” maradnak. Ezt az teszi lehetővé, hogy a laborvizsgálatokhoz szükséges minták levétele az első orvosi vizsgálat során megtörténik. Mind a két lehetséges vizsgálat típus végrehajtása során külső osztályon dolgozó szakember bevonása is szükséges lehet, így ezeknek a szakembereknek a további teendőivel is össze kell koordinálni az SBO-s betegek által keltett igényeket. A **24. ábra** szemlélteti ezt a párhuzamos működést, illetve a folyamat végét.



**24. ábra-** A vizsgálatok kiértékelésével járó teendők

Véleményünk szerint sok szempontból fontos lenne tehát ezeknek az időknek a korrekt mérése, gyűjtése, megismerése, majd ezekből az adatokból egy több faktor mentén definiált statisztikai adatelemzéses vizsgálat végrehajtása. Egyfelől az feltételezzük, hogy nagyban növelne a betegek közérzetén, elégedettségén, ha tisztában lennének az SBO működésére vonatkozó adatok egy részével, megértve annak összetételét, és így felkészülve az ott töltött idő mértékére. Továbbá, ha a betegeknél lenne lehetőség követni, hogy a saját esetük éppen milyen stádiumban, melyik szakaszában vannak a folyamatnak, ezzel az „elfeledettség” érzését ki lehetne küszöbölni. Másfelől az ellátás szervezése szempontjából is olyan adatokat és elemzéseket lehetne így biztosítani az ellátásban résztvevő orvosok és ápolók számára, melyekkel el lehetne indulni a működési hatékonyság növelése irányába.

A következő fejezetben szeretnénk ezekre a problémákra megoldásul javasolni egy komplex dashboard tervet, amelyet annak kifejlesztése és adatokkal való feltöltése után a jövőben tesztelni is szeretnénk hazai SBO-kon.

## 8. Fejlesztési javaslat

Fontosnak tartjuk azt, hogy tanulva a szakirodalomban talált, külföldön már implementált megoldásokból, egy olyan dashboard-ot készítsünk, amely figyelembe veszi az SBO-n dolgozó szakemberek igényeit. Ennek érdekében jelenleg is kapcsolatban állunk a Pécsi Tudományegyetem Klinikai Központ Sürgősségi Betegellátó Osztályával, akiknek a közreműködésével fejlesztjük, illetve a jövőben tesztelni is szándékozunk az ötletünket.

Mivel sok orvos dolgozik egy-egy ilyen osztályon, így modulokból felépülő, testreszabható, és dinamikus dashboard felület kialakítása a cél, hogy az éppen aktuálisan releváns információk jelenjenek meg a képernyőn minden résztvevő számára.

### 8.1. A megjelenítendő adatok a betegek részére

#### 8.1.1. Közérdekű, általános információk

Több itthoni intézményben találkoztunk azzal, hogy a váróban kijelzők függenek a falon, amelyek legtöbb esetben sajnos kikapcsolt állapotban vannak (pl. **25. ábra**). Az ilyen kijelzőket kihasználva, beruházás nélkül lehetne implementálni ezt a felületet, amelyek javíthatnának az ellátási színvonalon.



**25. ábra-** Kihaszánlatlan kijelzők egy hazai SBO-n

A kivetítőn olyan adatok megjelenítése szükséges, amely vizuálisan, könnyen érthetően sok információt tud a betegeknek szolgáltatni. Azonban, mivel általános adatokról van szó, így személyes információk nem szerepelhetnek a kijelzőn, csak az osztályon zajló folyamatok egészéről adhat átfogó tájékoztatást a paraméterhalmaz. Ilyen paraméterek lehetnek az osztályon egyszerre tartózkodó betegek száma, a laborvizsgálatra várakozók száma (ugyanis ennél a műveletnél történik jellemzően a legtöbb várakozás, félreértés), a képalkotó vizsgálatra várakozók száma, a konzíliumra várakozók száma, az elbocsátás előtt álló betegek száma, az adott műszakban feldolgozott esetek száma, illetve az átlagos átfutási idő és az összesített átlagos várakozási idő az adott műszakban. Emellett azt is érdemes lehet a betegek felé közölni, hogy az adott kezelőorvos egyszerre milyen számosságú beteget lát el adott pillanatban, mutatva a leterheltségét, és azt, hogy miért kell várni a vizsgálatra. A kijelzőre szánt felület egy koncepcióját a **26. ábra** szemlélteti.



**26. ábra-** Egy, a kijelzőn megjelenítendő dashboard koncepció (mintaadatokkal)

Ezen információk segíthetnek a várakozás során olyan információkat nyújtani a betegeknek, amelyek a bizonytalanságát csökkentik, illetve elősegítik a felkészülést az SBO-n töltött időszakra. Azért fontos ez a kommunikációs réteg, hiszen nem mindenkinek van lehetősége mobilalkalmazás formájában, illetve interneten hozzáférni a személyes adatokhoz, így ezeknek a betegeknek, illetve hozzátartozóknak is segíthetne ez a megoldás.

### 8.1.2. Személyre szabott adatok a bejelentkezést követően

Ahhoz, hogy differenciáltan, csak a saját adatait láthassa a beteg, szükség lenne egy bejelentkeztetésre, amit pl. TAJ- szám alapján lehetne megoldani egy erre a célra kialakított

honlapon a már ismertett háromrétegű architektúrában, amelyen definiált felületet és a szolgáltatásokat akár egy mobil applikáció formájában is el lehetne érni a terveink szerint.

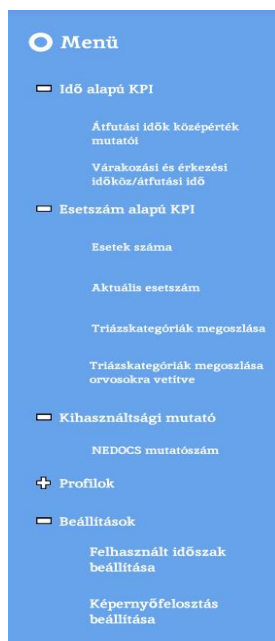
Ezen a felületen jelennének meg a beteg ellátásával kapcsolatos személyes adatok, pl., hogy melyik ellátási lépésnél tart az adott beteg, továbbá, hogy milyen triázkategóriát kapott, melyik kezelőorvoshoz lett diszponálva az esete, így milyen átfutási időkre számíthat nagyságrendileg a soron következő vizsgálatig, valamint globálisan az eltöltött idő hol tart, eddig mire fordítódott ez az időtartam az ellátás tekintetében stb. Ezek mellett a kirendelt vizsgálatokról, terápiákról is értesítést kaphatna a beteg. Mindemellett előzetesen az esettel célba vett SBO zsúfoltságáról is számot adna az alkalmazás, így akár előre online módon meg lehetne tekinteni mekkora várakozás, tömeg várható az adott osztályon. Célunk ezzel akár preemptív módon csökkenteni az SBO-k terhelését.

## **8.2. Az orvosok számára kialakított dashboard felület koncepciótervei**

Az ellátói oldalon tevékenykedő orvosok és ápolók terveink szerint merőben más felület látnának, mint a betegek, olyan indikátorokat mutatva, amelyek a betegek számára nem nyújtanak többlet információt, szakavatott szemeknek viszont segítséget nyújthatnak egyes fontosabb, akár a sorrendiséget, vagy a feladatok diszpozícióját is befolyásoló döntések meghozatalában, illetve az esetekkel kapcsolatos státuszok kezelésében. Ezek az adatok is értelemszerűen egy zárt rendszeren belül kezelt információhalmazt jelentenek, így illetéktelenek ehhez nem férhetnek hozzá, így a bejelentkezéssel kapcsolatos felhasználói azonosítás szintén része kell, hogy legyen a funkcióknak.

A felülettel kapcsolatos terveket a könnyebb átláthatóság kedvéért egy minta kialakításon szeretnénk bemutatni, amelyen keresztül láthatóak az egyes funkciók. A teljes képernyőre készített felület a 10.3 mellékletben megtalálható.

A testreszabhatóságot elősegítve egy oldalt található menüszalagból lehet kiválasztani a megjelenítendő indikátorokhoz kapcsolódó diagramokat, adatokat, amelyek menthetőek is külön profilokba, így az egyes orvosok kiválaszthatják a számukra fontos indikátorokat, majd menthetik a dashboard profilt, hogy később gyorsabban elő lehessen hívni az adott kiosztást.



27. ábra- A menüszalag kialakítása

### 8.2.1. Idő alapú KPI-ok

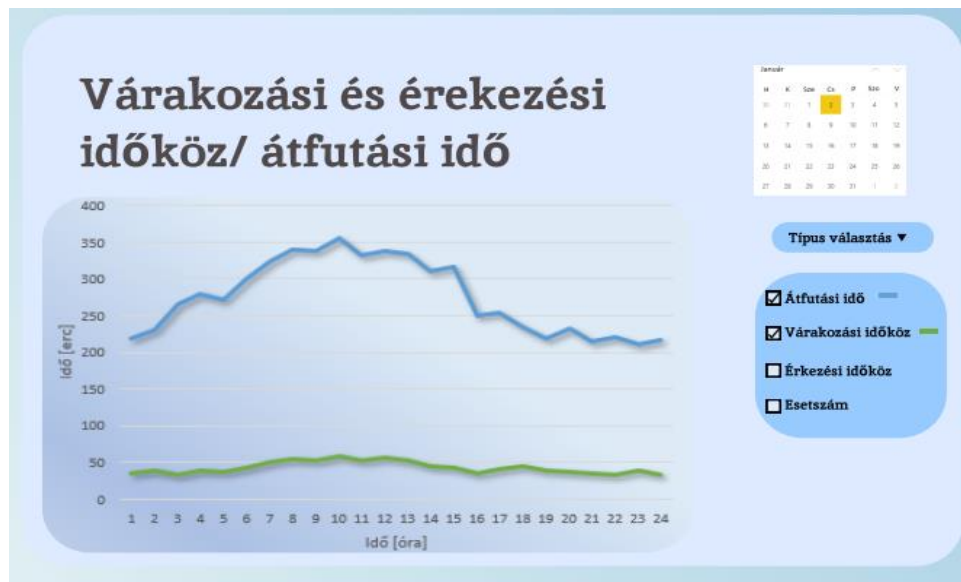
Az idő alapú KPI-ok alapesetben az adott műszakra vonatkozó adatok alapján képződnek, de igény szerint hosszabb időszakra (pl. megelőző műszakra, vagy folytatólagosan) is képezhetőek a beállításoktól függően, illetve különböző időbeli bontásokat is alkalmazni lehetne. Ezek közül a teljes átfutási időre, illetve az érkezési időközökre érdemes statisztikai mutatókat ábrázolni, amelyeket egyben, vagy bizonyos szűrőkkel differenciálva lehet kivetíteni, tekintve a különböző helyzetekre. A tervezett szűrők egyrészt vizsgálat típusra, időszakra, –adott napra, vagy éppen műszakra vetítve– és triázkategóriára tennék lehetővé a csoportosítást. Emellett az osztály telítettségi szintjét mutató NEDOCS számot is érdemes lenne feltüntetni, hogy objektív képet kaphassanak a zsúfoltságról.



28. ábra- Az átfutási idők középérték mutatói

Továbbá egy másik időalapú felületen 29. ábra a sorbanállási modellekben alkalmazott mutatószámokat (pl. várakozási idő és érkezési időköz) jelenítjük meg. Ezen információkon felül még az esetszámot és az átfutási időt is megjeleníthetjük. Az egyes információk

dinamikusan jeleníthetőek meg egy checkbox bepipálásával és ekkor jelenik meg egy hozzárendelt színkóddal a görbe. A felületen található egy másik szűrő is, amelynek segítségével ki tudjuk választani, hogy a korábban említett információkat az SBO mely műveletére (pl. laborvizsgálat, triázs) szeretnénk kirajzolni. A naptár szűrő segítségével pedig az ábrázolt időhorizontot lehet meghatározni.

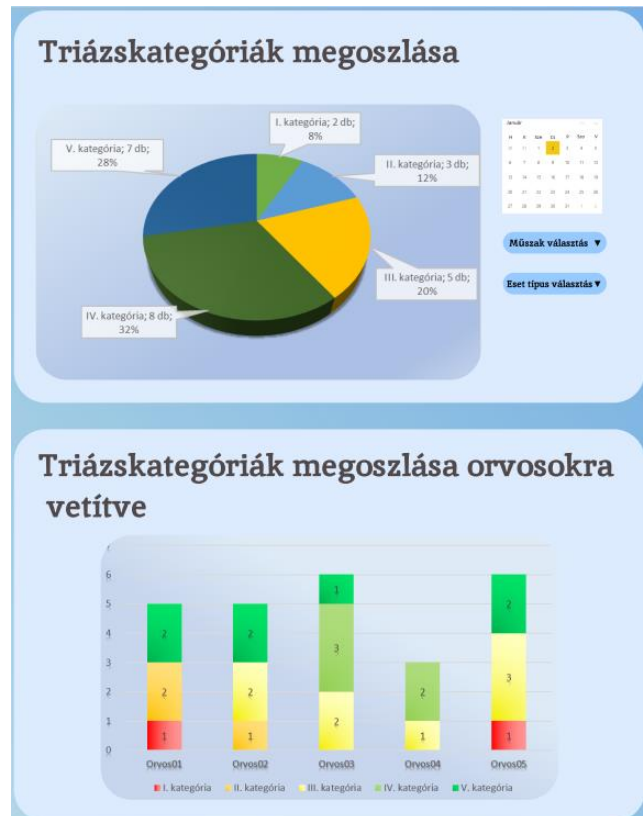


29. ábra- További idő alapú KPI-ok diagramja

### 8.2.2. Esetszám alapú KPI-ok

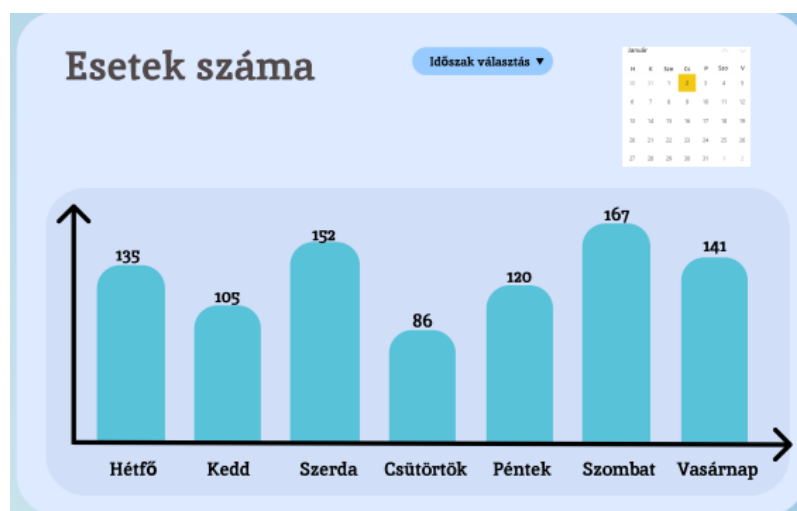
A 30. ábra a dashboard azon részét szemlélteti, amely a triázs kategóriák megoszlását mutatja be. Ezeket az adatokat először egy kördiagramon jelenítettük meg, amelyen lehet az adott napra vagy időszakra szűrni, ezen belül műszakot is tudunk választani, valamint eset típust is, amelyet egyelőre **traumatológiára**, illetve **belgyógyászati** esetekre bontottunk szét, ugyanis érdemes lehet a későbbiekben összevetni a tapasztalásokat olyan osztályokkal, amelyek nem rendelkeznek traumatológiával.

Az alsó diagramon, látható triázskategóriák megoszlása pedig már orvosokra van szétválasztva és ezek valós idejű adatokat szolgáltatnának. Ez a felület a műszakvezető főorvosnak jelenthetne segítséget azzal, hogy vizuálisan reprezentálná az orvosok leterheltségét. Ily módon támogathatná a további feladatok szétosztását az erőforrások között.



30. ábra- A triázskategóriák megoszlása összesen, illetve kezelőorvosokhoz rendelve

A 31. ábra egy oszlopdiaagramon ábrázolja, hogy a **múltban** hány esetet kezeltek az SBO ellátó rendszerében egy adott időszakot vizsgálva. Az “Időszak választás” szűrő segítségével tudunk váltani havi, illetve heti nézet között. Egy tetszőleges hét adatainak előhívásához, az adott hét valamelyik napját kell kijelölni. Ez a felület egyfajta naív forecast-ként alkalmazható egyrészt erőforrás tervezéshez, illetve az esetlegesen felbukkanó trendek meghatározásához.



31. ábra- Az esetek száma különböző bontásokban



## 9. Tovább lépési irányok

A kutatásunk következő lépéseként folytatni szeretnénk az együttműködést a PTE Klinikai Központ Sürgősségi Betegellátó Osztályával, megvizsgálni azt, hogy milyen adatok nyerhetőek ki az általuk adatrögzítésre és a folyamat követésére használt alkalmazásból, ezzel egy „adatmérleget” felállítva. Ugyanis a vizsgálatunk szempontjából releváns adatokkal (amelyeket az adatmodellben definiáltunk) ezeket összevetve fény derülhetne arra, hogy van-e szükség további azonosítási, mérési és adatrögzítési pontok definiálására. Ha ezen a területen a rendszert tovább kell fejleszteni, akkor az adatgyűjtéssel kapcsolatos technikai kérdéseket kell elsőként tisztázni, lehetőség szerint a más helyeken már alkalmazott módszerek és jó gyakorlatok megvizsgálása és az azonosítási szabványok (lásd pl. GS1) alkalmazása mellett.

Véleményünk szerint érdemben először tehát az átláthatóság problémáját kell megoldani, hogy tovább lehessen lépni a követhetőség és irányíthatóság felé. Ezért is lenne fontos az adatmodell és a már meglévő adatok minél hatékonyabb kinyerése a rendszerből. Olyan adatgyűjtési megoldásokra van szükség, amelyek lehetővé teszik az orvosok munkájának nehezítése nélkül a hatékony adatrögzítést. Ezek után pedig el lehet kezdeni a jelenleg még csak koncepcionálisan elkészített dashboard rendszer fejlesztését és gyakorlatba való átültetését.

Ugyan ez a dolgozat az átláthatóság megvalósításához szükséges adatmodell és a dashboard felület kialakítását helyezi fókuszba, mint első lépés, az igazi végső cél továbbra is az egészségügy „digitális ikeresítése”, vagyis a folyamat irányíthatóvá tétele marad. Ezzel egy olyan új technológiával bővíthetne az SBO-k informatikai eszköztára, amellyel komoly lépéseket lehetne tenni az ellátási folyamatok optimalizálása irányába ebben a diszciplínában.

## Összefoglalás

Ahogy az előző kutatásainkban is kirajzolódott, komoly relevanciája van az értékáram elemzési módszertanok alkalmazásának az SBO-k ellátó rendszerében, valamint az SBO-k tömegkiszolgálási rendszerként való értelmezésének is, hiszen az így alkalmazható módszertanok alkalmassá tehetőek az SBO specifikus áramlási tényezők azonosítására, továbbá a veszteségforrások azonosítására. Kutatásaink során meglepő volt számunkra, hogy a klasszikus folyamatfejlesztés módszertani háttere, amely ugyan gazdagon integrálja a műszaki ismereteket és főként az ipari környezetre fókuszáló módszertanok elsajátítására sarkall, ilyen mértékben alkalmazható a szolgáltatások-logisztikájának megértésére és fejlesztésére egyaránt.

Örömmel láttuk a szakirodalmi kutatásunk során, hogy számos tanulmány létezik már – akár csak ha az utóbbi éveket tekintjük – amelyek az SBO-k, de legalábbis az egészségügy folyamatainak fejlesztésével foglalkoznak digitális eszközök segítségével. Itthon ez a trend még nem rajzolódott ki olyan mértékben, viszont vannak már törekvések akár a mesterséges intelligencia integrálására is az SBO-k folyamataiban jelentkező döntési problémák támogatására (lásd triázsolás). Véleményünk szerint egy jövőbemutató irányt vetítenek előre az ilyen jellegű kutatások, viszont tapasztalataink alapján a jelenlegi állás szerint a hazai SBO-k nem állnak olyan szinten a digitalizáltságot illetően, hogy hatékonyan lehessen hasznosítani egy ilyen jellegű fejlett technológiákat, viszont az ide vezető úton feltétlenül el kell indulni.

Ennek egy fontos lépése lehet a dolgozatunkban bemutatott adatgyűjtési és feldolgozási koncepció, valamint dashboard rendszer kidolgozása, hiszen kijelzők, illetve számítógépek a legtöbb SBO-n már rendelkezésre állnak, melyek kihasználtságát ilyen alkalmazásokkal növelni lehetne. Az általunk bemutatott megoldások így minimális költségráfordítás mellett nyújthatnának segítséget a bizonytalanságban, kiszolgáltatottságban szenvedő betegeknek, és az ő gyógyításukkal fáradhatatlanul foglalkozó szakembereknek egyaránt.

„Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-23-2-1 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

## Irodalomjegyzék

- [1] Katona Boglárka, Szabó Judit Éva (2020): Szolgáltatás-logisztika az egészségügyben: analógiák keresése a sürgősségi betegellátás példáján keresztül az SBO-k hatékonyságának növelése érdekében, TDK dolgozat
- [2] Dominik Aronsky, MD, PhD, Ian Jones, MD, Kevin Lanaghan, Corey M. Slovis, MD (2008): Supporting Patient Care in the Emergency Department with a Computerized Whiteboard System URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2274795/>
- [3] Tóth Ádám (2022): Módszertani fejlesztések a sürgősségi betegellátás értékteremtő folyamatának vizsgálatában. BME-KJK, TDK dolgozat
- [4] Ksenia Pystina, Aicha Sekhari, Lilia Gzara, Vincent Cheutet (2021): Digital Twin for production systems: a literature perspective URL: <https://hal.science/hal-03457473> (Letöltve: 2023.08.20.)
- [5] Thierry Moyaux, Yinling Liu, Guillaume Bouleux, Vincent Cheutet (2023): An Agent-Based Architecture of the Digital Twin for an Emergency Department: Sustainability, an open access journal from MDPI URL: <https://doi.org/10.3390/su15043412> (letöltve:2023.08.10)
- [6] Handbook of healthcare operations management: International Series in Operations Research & Management Science, Volume 184: Carri W. Chan, Linda V.Green (2013): Improving access to Healthcare: Models of Adaptive Behavior: DOI: [10.1007/978-1-4614-5885-2](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5885-2) (Letöltve: 2023.08.10.)
- [7] Aaron E. Bair, Wheyming T. Song, Yi-Chun Chen (2009): The Impact of Inpatient Boarding on ED Efficiency: A Discrete-Event Simulation Study DOI: [10.1007/s10916-009-9307-4](https://doi.org/10.1007/s10916-009-9307-4) (letöltve: 2023.08.20)
- [8] Safa Elkefi, MSc; Onur Asan, PhD (2022): Digital Twins for Managing Health Care Systems: Rapid Literature Review: Journal of Medical Internet Research DOI: [10.2196/37641](https://doi.org/10.2196/37641) (Letöltve: 2023.08.20)
- [9] Abdallah Karakra, Elyes Lamine, Franck Fontanili, Jacques Lamothe (2020): HospiT'Win: a digital twin framework for patients' pathways real-time monitoring and hospital organizational resilience capacity enhancement URL: <https://www.caltek.eu/proceedings/i3m/2020/iwish/012/> (Letöltve: 2023.09.12.)

- [10] The American Journal of Emergency Medicine, Volume 48: Jilian K. Gorski, Tyler S. Arnold, Holl Usiak, Cory D. Showalter (2021): Crowding is the strongest predictor of left without being seen risk in a pediatric emergency department. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.04.005>
- [11] Gabor D. Kelen, Gail D'Onofrio, Angela M. Mills, Deborah Diercks, Susan A. Stern, Michael C. Wadman, and Peter E. Sokolove, (2021): Emergency Department Crowding: The Canary in the Health Care System  
URL: <https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.21.0217>
- [12] Administration of emergency medicine, Volume 57, Issue 1: David R. Li, Jesse J. Brennan, Allyson A. Kreshak, Edward M. Castillo PhD, Gary M. Vilke (2019): Patients Who Leave the Emergency Department Without Being Seen and Their Follow-Up Behavior: A Retrospective Descriptive Analysis The journal of emergency medicine: DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2019.03.051>
- [13] Dr. Bóna Krisztián, Tóth Ádám (2023): Út a digitális iker technológia alkalmazásáig a sürgősségi betegellátó osztályokon, Logisztikai Évkönyv 2024
- [14] Alexander T. Janke, MD; Edward R. Melnick, MD, MHS; Arjun K. Venkatesh, MD, MBA, MHS (2022): Monthly Rates of Patients Who Left Before Accessing Care in US Emergency Departments, 2017-2021  
URL: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2796861>  
doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.33708
- [15] Yu Jin Lee, Sang Do Shin, Eui Jung Lee, Jin Seong Cho, Won Chul Cha (2015): Emergency Department Overcrowding and Ambulance Turnaround Time  
URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0130758>  
doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130758>
- [16] Sohrab Almasi, Reza Rabiei, Hamid Moghaddasi, Mojtaba Vahidi-Asl (2021): Emergency Department Quality Dashboard; a Systematic Review of Performance Indicators, Functionalities, and Challenges  
URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8366462/>
- [17] Three Tier Software Architectures (2007)  
URL: <https://www.exforsys.com/tutorials/application-development/three-tier-software-architectures.html>
- [18] Ward Whitt, Xiaopei Zhang (2019): Forecasting arrivals and occupancy levels in an emergency department

URL:[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211692318300407?casa\\_token=4FCbtY5\\_a6oAAAAA:eTokPSRzvWtRvZI48wa6k6\\_7Gan412OUZJeeUnY1OJjHBbsFdvqqAOyMJolX0Tj1yiUEXH3eOUg](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211692318300407?casa_token=4FCbtY5_a6oAAAAA:eTokPSRzvWtRvZI48wa6k6_7Gan412OUZJeeUnY1OJjHBbsFdvqqAOyMJolX0Tj1yiUEXH3eOUg)

- [19] Farid Kadri, Abdelkader Dairi, Fouzi Harrou, Ying Sun (2022): Towards accurate prediction of patient length of stay at emergency department: a GAN-driven deep learning framework URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-022-03717-z>
- [20] Többrétegű architektúra.  
URL:  
[https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B6bbr%C3%A9teg%C5%B1\\_architekt%C3%B1\\_Ara](https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B6bbr%C3%A9teg%C5%B1_architekt%C3%B1_Ara)
- [21] Amy Franklin, Swaroop Gantela, Salsawit Shifarrow, Todd R. Johnson, David J. Robinson, Brent R. King, Amit M. Mehta, Charles L. Maddow, Nathan R. Hoot, Vickie Nguyen, Adriana Rubio, Jiajie Zhang, Nnaemeka G. Okafor (2017): Dashboard visualizations: Supporting real-time throughput decision-making URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046417301235>
- [22] GS1 az Egészségügyben URL: <https://www.gs1hu.org/gs1-az-egeszsegugyben>
- [23] Dr. József Vácıy MD, Dr. Krisztina Orosz PharmD, Dr. Robert Gyetvai MD (2020): Markhot Ferenc Teaching Hospital: Measuring what’s measurable to improve patient care and safety  
URL:[https://gs1go2.azureedge.net/cdn/ff/MEothH2Y4ytu5hYs3by2pZ1ocl5Nyf7iCYSkq7RjXPM/1685720040/public/case\\_study\\_library\\_item/reference-book-2020-2021-hungary-markhot-ferenc-teaching-hospital-measuring-whats-measurable-to-improve-patient-care-and-safety\\_2.pdf](https://gs1go2.azureedge.net/cdn/ff/MEothH2Y4ytu5hYs3by2pZ1ocl5Nyf7iCYSkq7RjXPM/1685720040/public/case_study_library_item/reference-book-2020-2021-hungary-markhot-ferenc-teaching-hospital-measuring-whats-measurable-to-improve-patient-care-and-safety_2.pdf)

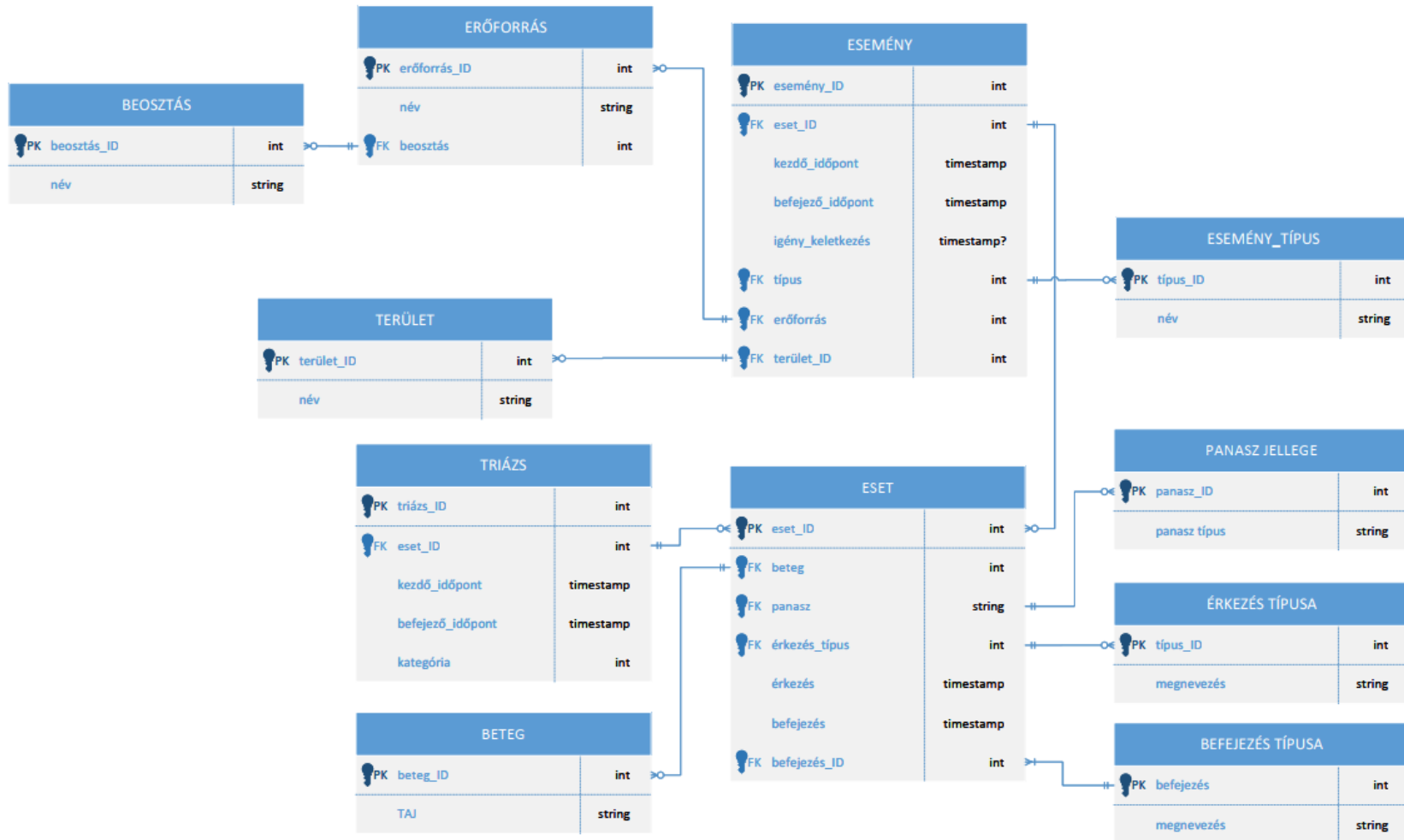
## Ábrajegyzék

1. ábra- Az analógiák táblázata (részlet), forrás: [1] .....	3
2. ábra- SBO tömegkiszolgálási modell (részlet), forrás: [1].....	4
3. ábra- A kevésbé súlyos betegek tipikus útja, forrás [3].....	7
4. ábra- Az óránként összesen beérkező esetek száma és az óránkénti átlagos érkezési időköz, forrás:[3].....	9
5. ábra- Hasonló eloszlású érkezési statisztikák külföldi adatok alapján, forrás: [7].....	9
6. ábra- Az érkezési időközök gyakoriság-eloszlása, forrás:[3].....	10
7. ábra- Az LWBS betegek száma a nap folyamán, forrás: [7].....	13
8. ábra- Az LWBS betegek előfordulási aránya az évek során, forrás:[14] .....	13
9. ábra- A telítettség mértéke a NEDOCS szám alapján, forrás: [7].....	14
10. ábra- A befektetett betegek száma és a zsúfoltsági tényező kapcsolata, forrás: [7]....	15
11. ábra- Az LWBS aránya a zsúfoltság, és a NEDOCS pont függvényében, forrás: [10] .....	16
12. ábra- Az LWBS betegek más intézménybe történő visszatérése miután elhagyták az eredetileg felkeresett SBO-t, forrás: [12] .....	16
13. ábra- A zsúfoltság arány, és az átlagos átfutási ideje a mentősöknek a napszak függvényében, forrás: [15] .....	17
14. ábra- A várakozási idő növekedése a kórházi ágyak függvényében, forrás: [6].....	19
15. ábra- A VSM és a tömegkiszolgáló rendszermodellek összekapcsolása .....	20
16. ábra- A DI technológia fejlettségi szintjei: (a) digitális modell; (b) digitális árnyék; (c) kezdeti digitális iker koncepció; (d) frissített digitális iker koncepció, emberi döntéshozatallal, forrás: [5].....	24
17. ábra- A DI technológia alkalmazási lehetőségei az SBO-kon, forrás: [8] .....	25
18. ábra- Az adatmodell két központi táblája .....	33
19. ábra- Az eset táblához tartozó altáblák.....	34
20. ábra- Az eseményekhez tartozó altáblák .....	35
21. ábra- A sürgősségi betegellátó folyamat leegyszerűsített váza .....	37
22. ábra- A betegfelvétel és a triázs külön perspektívákból .....	38
23. ábra- Az orvosi vizsgálat és az azt megelőző műveletek külön perspektívákból.....	38
24. ábra- A vizsgálatok kiértékelésével járó teendők .....	39
25. ábra- Kihasználatlan kijelzők egy hazai SBO-n.....	40
26. ábra- Egy, a kijelzőn megjelenítendő dashboard koncepció (mintaadatokkal).....	41

<b>27. ábra-</b> A menüszalag kialakítása .....	43
<b>28. ábra-</b> Az átfutási idők középérték mutatói.....	43
<b>29. ábra-</b> További idő alapú KPI-ok diagramja .....	44
<b>30. ábra-</b> A triázkategóriák megoszlása összesen, illetve kezelőorvosokhoz rendelve ...	45
<b>31. ábra-</b> Az esetek száma különböző bontásokban .....	45

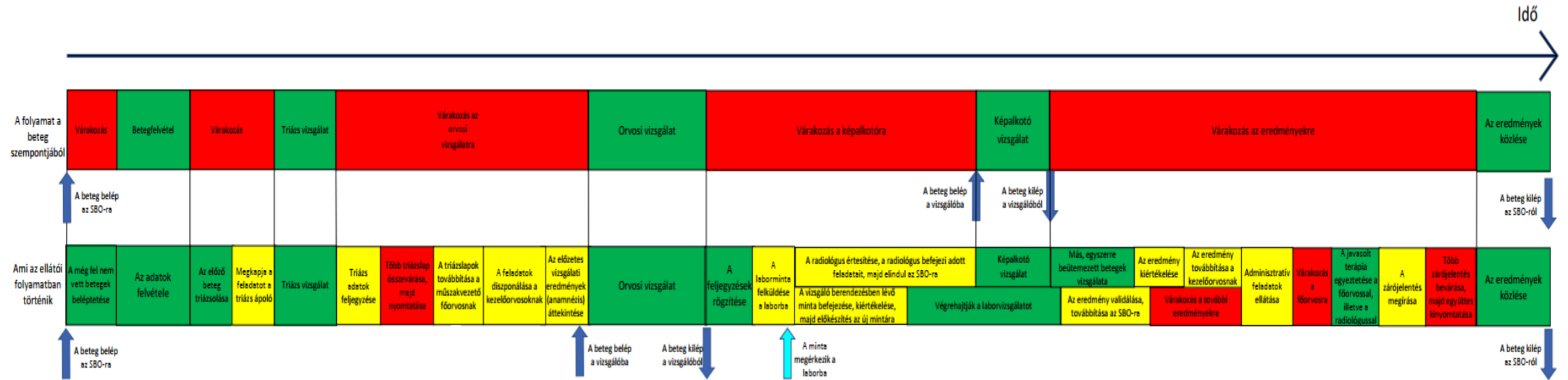
## 10. Melléklet

### 10.1. Az adatmodell





## 10.2. A folyamat különböző perspektívákból



10.3.A dashboard felület koncepciója (mintaadatokkal)

